

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная Школа Природных Ресурсов
 Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки
 Отделение школы (НОЦ) Отделение Нефтегазового Дела

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на золоторудном месторождении «Угахан» Иркутская область.

УДК 622.143:553.411(571.53)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
225Б	Афанасьев Виктор Сергеевич		15.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Минаев К.М.	К. Х. Н.		18.06.2020

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Бер А.А.			18.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.,	К.Э.Н.		17.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.			17.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Ростовцев В.В.	К.Г.-М.Н.		19.06.2020



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная Школа Природных Ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.05.03 Технология геологической разведки

Отделение школы (НОЦ) Отделение Нефтегазового Дела

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
225Б	Афанасьеву Виктору Сергеевичу

Тема работы:

Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на золоторудном месторождении «Угахан» Иркутская области.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: золоторудное месторождение «Угахан», Бодайбинский район, Иркутская область
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Технология и техника проведения буровых работ 2. Вспомогательные и подсобные цеха 3. Анализ технологий бурения методом обратной циркуляции
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Обзорная геологическая карта района работ 2. Структурная карта и геологический разрез месторождения «Угахан» 3. Схема размещения оборудования буровой установки УКБ-5С 4. Конструкция пневмоударника для бурения с обратной циркуляцией 5. Геолого-технический наряд 6. Основные технико-экономические показатели
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодовч
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Якимова Татьяна Борисовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	
Заключение	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель/консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер А.А.			27.01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
225Б	Афанасьев Виктор Сергеевич		27.01.2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.05.03 «Технология геологической разведки»
 Уровень образования Специалитет
 Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения (осенний/весенний семестр 2019/2020 учебного года)

Форма представления работы:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.03.2020	Обзор литературы	10
15.04.2020	Описание теоретической части проекта	40
01.05.2020	Выполнение расчетной части проекта	40
10.05.2020	Устранение недостатков проекта	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОНД	Бер А.А.			27.01.2020

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Ростовцев В.В.	К.Г.-М.Н.		27.01.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
225Б	Афанасьеву Виктору Сергеевичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (ОНД)	ОЭЭ
Уровень образования	Специалист	Направление	21.05.03 Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на золоторудном месторождении Угахан (Иркутская обл.).

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на золоторудном месторождении Угахан (Иркутская обл.).
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – острые кромки, заусенцы; – неудовлетворительный микроклимат – движущиеся машины и механизмы; – повышенный уровень локальной вибрации; – поражение электрическим током.
3. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			27.01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
225Б	Афанасьев Виктор Сергеевич		27. 01.2020

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
225Б	Афанасьеву Виктору Сергеевичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	21.05.03 Технология геологической разведки

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе проведения геологоразведочных работ согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации. Общий налоговый режим

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ
2. <i>Планирование и формирование бюджета проекта</i>	Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Смета затрат</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	к.э.н.		27. 01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
225Б	Афанасьев Виктор Сергеевич		27.01.2020

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, внедрять и эксплуатировать высокотехнологическое оборудование
P2	Ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте
P3	Применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации на проведение геологической разведки и осуществления этих проектов
P4	Определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике
P5	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
P6	<p>Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности</p> <p>Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых</p>
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 120 страницы, 28 таблиц, 13 рисунков, 18 источников.

Перечень ключевых слов: УКБ–5С, месторождение Угахан, ССК, РС–бурение, пневмоударник, КГК.

Объектом исследования является золоторудное месторождение Угахан, Бодайбинский район, Иркутской области.

Цель работы: разработка и составление проекта на бурение разведочных скважин: организации планирования проведения работ, подсчет стоимости работ.

В процессе проектирования проводились: анализ существующего бурового оборудования; выбор бурового оборудования; проверочный расчет выбранного оборудования; расчет режимных параметров; анализ вредных и опасных факторов при проведении геологоразведочных работ и меры по их предупреждению; выбор вспомогательного оборудования; сметно-финансовый расчет.

В результате проектирования: выбор бурового и вспомогательного оборудования, удовлетворяющий всем требованиям проекта; произведен анализ вредных и опасных факторов при геологоразведочных работах в пределах данного объекта; выполнены сметно-финансовые расчеты.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в проекте представлено полное описание самоходной буровой установки УКБ–5С; приведены технические характеристики буровой установки и её составляющих; дан состав и характеристики используемого технологического инструмента.

Значимость работы: проведение разведочных работ на месторождении «Угахан» позволит оконтурить рудные залежи, провести подсчет запасов золота и создать технико-экономическое обоснование для ввода месторождения в разработку.

ABSTRACT

The final qualifying work contains 120 pages, 28 tables, 13 figures, 18 sources.

List of keywords: UKB-5S, Ugakhan field, SSK, RC-drilling, pneumatic hammer.

The object of the research is the gold mine of ugakhan , Bodaibo district, Irkutsk region.

The purpose of the work: development and preparation of a project for drilling exploration wells: organization of work planning, calculation of the cost of work.

During the design process, the following was carried out: analysis of existing drilling equipment; selection of drilling equipment; verification calculation of the selected equipment; calculation of operating parameters; analysis of harmful and dangerous factors during exploration and measures to prevent them; selection of auxiliary equipment; estimated and financial calculation.

As a result of the design: selection of drilling and auxiliary equipment that meets all the requirements of the project; analysis of harmful and dangerous factors during exploration work within this object; estimated and financial calculations were made.

Main design, technological and technical and operational characteristics: the project provides a full description of the UKB-5S self-propelled drilling rig; provides technical characteristics of the drilling rig and its components; gives the composition and characteristics of the technological tool used.

Significance of the work: conducting exploration work at the Ugakhan field will allow you to delineate ore deposits, calculate gold reserves and create a feasibility study for putting the field into development.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ПРИ – породоразрушающий инструмент;

ССК – снаряд со съёмной кернаприёмной;

УКБ – установка колонкового бурения;

СКБ – станок колонкового бурения;

НБ – насос буровой;

ГП – горная порода;

ДВС – двигатель внутреннего сгорания;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ГИС – геофизические исследования;

НДС – налог на добавленную стоимость;

КГК – комплекс гидротранспорта керна;

RC – reverse circulation (обратная циркуляция).

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	17
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	18
1.1. Географо-экономические условия проведения работ.....	18
1.1.1. Административное положение объекта работ	18
1.1.2. Гидросеть, рельеф, растительность и животный мир	19
1.1.3. Климат	20
1.1.4. Экономическая характеристика района работ	20
1.2. Виды и объемы геологоразведочных работ предшествующих стадий.....	21
1.3. Геологическое строение района.....	23
1.3.1. Стратиграфия	24
1.3.2. Четвертичные отложения	28
1.3.3. Интрузивные образования.....	29
1.3.4. Метаморфизм	30
1.3.5. Тектоника	30
1.3.6. Гидрогеология.....	33
1.4. Геологическое строение месторождения Угахан.....	35
1.4.1. Структура месторождения	35
1.4.2. Метаморфизм и гидротермально-метасоматические процессы	36
1.4.3. Характеристика рудных залежей, описание руд месторождения.	38
1.5. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ	41

1.5.1. Топографо-геодезическое обеспечение геологоразведочных работ.....	41
1.5.2. Буровые работы	41
1.5.3. Методика и техника геофизических работ	43
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ.....	44
2.1. Анализ техники, технологии и организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения.....	44
2.2 Способ бурения, разработка типовой конструкции скважины	44
2.2.1 Определение минимального диаметра керна	44
2.2.3 Выбор способа бурения и конечного диаметра скважины	46
2.2.4. Выбор мероприятий по предупреждению осложнений.....	47
2.2.5 Разработка конструкции скважины	47
2.2.6 Построение профиля скважины	48
2.3 Выбор буровой установки и бурильных труб	50
2.3.1 Буровой станок.....	52
2.3.2 Буровой насос	54
2.3.4. Буровая мачта. Буровое здание	54
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и технологических режимных параметров бурения	55
2.5.1. Выбор технологического оборудования.....	55
2.5.2 Технологические режимные параметры бурения	56
2.6 Проверочные расчеты мощности привода бурового станка, привода бурового насоса, буровой мачты и бурильных труб	60
2.6.1 Определение затрат мощности для привода силовой кинематики станка.....	60

2.6.2 Проверочный расчет бурильных труб при нормальном процессе бурения.....	62
2.6.3 Проверочный расчет мощности привода бурового насоса	68
2.6.4 Расчет и выбор талевой системы и каната	69
2.7. Контрольно-измерительная технологическая аппаратура	71
2.8 Промывочная жидкость.....	72
2.9 Спускоподъемные операции	73
2.9.1 Спуск и подъем бурильных колонн ССК	73
2.9.2 Технология спуско-подъема съёмного керноприемника.....	76
2.10 Предупреждение и ликвидация аварий	78
2.10.1 Предупреждение аварий	78
2.10.2 Ликвидация аварий	80
2.11 Монтаж и демонтаж бурового оборудования	81
2.12. Ликвидация или консервация скважин.....	83
3. СПЕЦИЛЬНАЯ ЧАСТЬ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ БУРЕНИЯ МЕТОДОМ ОБРАТНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ	84
3.1 Анализ бурения с прямой промывкой	84
3.2 Анализ бурения с комбинированной схемой циркуляции	85
3.3 Анализ бурения с обратной схемой циркуляции	86
3.3.1 Комплексы с гидротранспортом керна.....	87
3.3.2 Шламовое опробование. РС–бурение	91
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА.....	94
4.1. Организация ремонтной службы	94
4.2. Организация энергосбережения.....	94

4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов	94
4.4. Транспортный цех	95
4.5. Связь	95
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	96
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	96
5.2 Производственная безопасность	100
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	100
5.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	101
5.3. Экологическая безопасность	106
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	107
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	109
6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия	109
6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ	110
6.2.1. Технический план	110
6.2.2. Расчет затрат времени	111
6.2.3. Расчет производительности труда, обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ ..	111
6.2.4. Проектные работы	113
6.3. Стоимость проектируемых работ (смета)	114
6.3.1 Сметно-финансовый расчет затрат	114

6.3.2. Расчет амортизации	115
6.3.3. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ	116
6.4. Календарный план	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	117
CONCLUSION	118
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	119

ВВЕДЕНИЕ

Основанием для выполнения выпускной квалификационной работы на проведение буровых геологоразведочных работ на золоторудном месторождении «Угахан», является недостаточная изученность его рудных залежей. В виду сложного строения, неравномерного распределения и малого среднего содержания золота в руде, планируется большой объём буровых работ, результатом которых должен является качественно отобранный керн с его выходом в 100%. Только на основе образцов керна возможно оконтуривание рудных залежей и подсчет запасов золота по категории С2 и С1, что даст основания на ввод месторождения в разработку.

1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Географо-экономические условия проведения работ

1.1.1. Административное положение объекта работ

Месторождение «Угахан» расположено на территории Бодайбинского района Иркутской области в 150 км севернее по прямой от г. Бодайбо и в 40 км от ближайшего населенного пункта - п. Кропоткин (рис. 1.1).

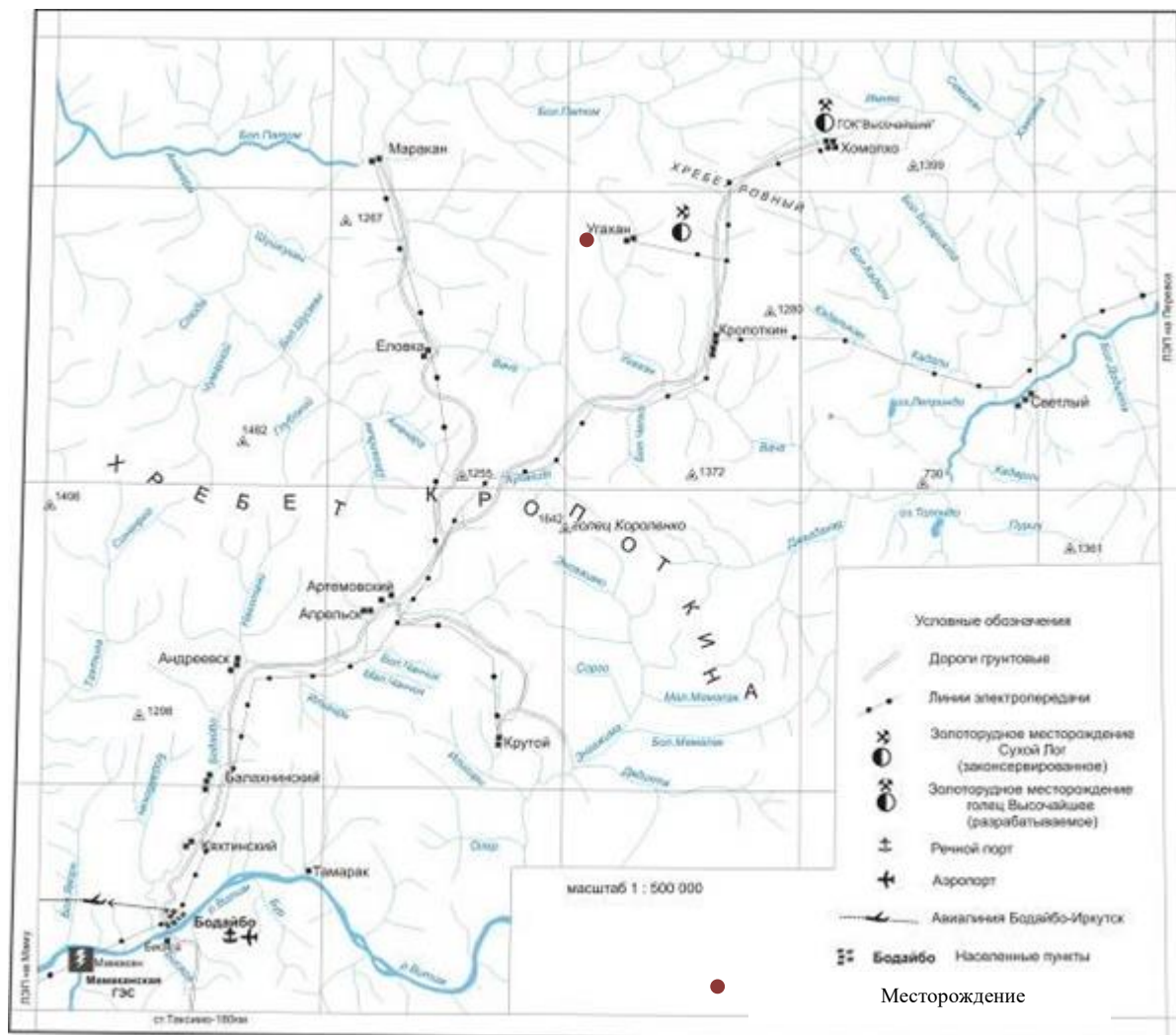


Рисунок 1.1 – Обзорная карта Центральной части Ленского золотоносного района

Недропользователем является ОАО «Высочайший», владеющее лицензией ИРК 02727 БР на геологическое изучение, разведку и добычу рудного золота, выданной 07.10.2010 года и действующей до 10 октября 2035 года. Участок недр имеет статус геологического и горного отвода и статус

геологического отвода без ограничения по глубине. На период разведки - статус горного отвода в предварительных границах, на период добычи – с ограничением по глубине нижней границей подсчета запасов. Границы лицензии в плане ограничены угловыми точками с географическими координатами:

Таблица 1.1 – Географические координаты угловых точек границы лицензии

Номера точек	Северная широта	Восточная долгота
1	58° 43' 27"	115° 03' 11"
2	58° 42' 07"	115° 09' 20'
3	58° 41' 00"	115° 08' 26"
4	58° 42' 21"	115° 02' 17"

1.1.2. Гидросеть, рельеф, растительность и животный мир

Месторождение находится в центральной части Витимо-Патомского нагорья, на водоразделе верховьев рр. Угахан и Ныгри — левых притоков р. Вачи, впадающей справа в р. Жуя (система р. Олёкмы) и р.р. М. и Б. Безымянки, левых притоков р. Б. Патом – правого притока р. Лены. Характер водотоков типично горный, уровень воды в них зависит от количества дождей, снега и интенсивности его таяния.

Рельеф среднегорный, умеренно расчленённый, с абсолютными отметками вершин и водоразделов 1100-1200 м. Относительные превышения составляют 300-700 м. Широкие сглаженные вершины, сравнительно пологие склоны и широкие, часто заболоченные долины являются характерными элементами рельефа. Карстовых явлений не наблюдается. Из-за выположенных водоразделов схода снежных лавин и селевых потоков не отмечено.

Суровый климат обусловил бедную растительность, типичную для северной тайги. Лес растет в основном на склонах и в долинах рек и ручьев. Наиболее распространенным представителем древесной растительности является лиственница, реже ель, сосна, кедр, береза, осина. Животный мир

типичен для северного горно-таежного района. Водораздельные части относятся к зоне горной лесотундры и тундры с кедровым стлаником, зарослями карликовой березы и редкими угнетенными лиственницами.

Животный мир типичен для северной тайги, в небольшом количестве обитают дикий олень, лось, медведь, белка, соболь, глухарь, рябчик, полярная куропатка. Редкие и исчезающие животные и растения на площади месторождения и его окрестностях отсутствуют.

1.1.3. Климат

Климат рассматриваемого района резко континентальный, характеризуется продолжительной суровой зимой с поздним наступлением тепла и ранними заморозками. В холодный период года здесь устанавливается область высокого давления – антициклон, определяющий на протяжении почти всей зимы малооблачную погоду со слабыми ветрами. В тёплый период года в результате оживления циклонической деятельности выпадает до 70-75 % годовой суммы осадков.

Колебания температур от минус 55°C (декабрь-январь) до плюс 35°C (июль). Отрицательная среднегодовая температура (–6,1°C) определяет формирование многолетней мерзлоты с температурой минус 0,2 – минус 3°C, которая носит островной характер. Глубина сезонного промерзания составляет 1,5-2,0 м. Годовое количество осадков 300 – 450 мм, с максимумом в июне-августе. Снежный покров (0,3–1,6 м) удерживается с начала октября по май. Ледостав происходит в конце октября. Многие водотоки промерзают до дна и формируются наледи мощностью до 2-3 м.

1.1.4. Экономическая характеристика района работ

Район относится к малообжитым северным территориям с плотностью населения 0,3 - 0,4 человека на 1 км². В хозяйственном отношении развит слабо и односторонне. Экономика связана с золотодобычей. При годовом уровне добычи благородного металла в районе в объеме 18 т, около 8 т составляет

рудное золото, остальное добывается из россыпей, причем ежегодно доля коренного золота возрастает. Подавляющая часть трудоспособного населения занята на объектах золотодобычи, вспомогательных производствах и в инфраструктуре.

По своим природно-климатическим условиям площадь приравнена к районам Крайнего Севера.

Площадь месторождения относится к территориям со слабой сейсмичностью (до 6 баллов).

Экологическая ситуация района благоприятная. Стрелевой и деловой лес, плодородные почвы отсутствуют.

Ближайшая железнодорожная станция Таксимо Байкало-Амурской магистрали находится в 221 км южнее г. Бодайбо и связана с ним автодорогой 3 класса. До г. Бодайбо возможно снабжение речными судами от порта Осетрово до г. Бодайбо (844 км по рекам Лена и Витим) и авиатранспортом. От райцентра до месторождения связь автотранспортом по улучшенной грунтовой автодороге Бодайбо – Кропоткин – Перевоз (150 км) и далее 20 км по лесной дороге.

1.2. Виды и объемы геологоразведочных работ предшествующих стадий.

Предшествующие геологоразведочные работы на месторождении «Угахан» условно можно разделить на геолого-съёмочные работы и поиски.

В процессе геолого-съёмочных работ в 1940 – 1977 гг. проводилось изучение геологического строения региона, были установлены закономерности размещения золотого оруденения, выделены перспективные площади.

Поисковые работы. Месторождение «Угахан» было выявлено при проведении детальных геохимических поисков с закрытыми ореолами рассеяния в Ленском золотоносном районе в 1977-1979 гг. Геохимическими методами, канавами, шурфами и скважинами ударно-канатного бурения

проводилось изучение поверхностных и приповерхностных частей будущего месторождения.

Позднее при детальном поисковых работ в пределах Кропоткинского рудного узла в 1979-1983 гг. в результате проведения комплекса (канавы, бурение, электро- и магниторазведка) геологоразведочных работ установлена серия зон мощностью 10-80 м и протяженностью до 2,5 км золотоносной кварцево-сульфидной минерализации. В пределах этих зон были выделены 3 разобщенных рудных тела мощностью от 5,6 до 17,0 м. По наиболее мощному (17 м по полотну канавы) рудному телу оцененные прогнозные ресурсы золота категории P_2 составили 14 т при среднем содержании 3,8 г/т

Заключительный этап поисковых работ проведен в 2008-2010 г. ЗАО «Сибирской геологической компанией». Были проведены поисковые работы на рудное золото в северной части Кропоткинского рудного узла на площади 220 кв. км. Комплекс работ включал проходку поисковых шурфов с целью выявления шлиховых ореолов, вскрытие шлиховых аномалий канавами и последующее опробование оруденения на глубину колонковым бурением. В результате работ на участке месторождения «Угахан» установлена промышленная золотоносность рудных зон Основная, Нижняя и Верхняя, прогнозные ресурсы категории P_1 составили 10,2 т. Ниже представлена таблица объемы геологоразведочных работ по годам.

Таблица 1.2 – Объемы геологоразведочных работ при поисковой стадии

№№ п.п.	Вид работ	Един. измер.	Объем работ		
			1977-1979 гг (Фалилеев, 1980 ф)	1979-1983 гг (Черепанов, 1983 ф)	2008-2010 гг (Иванов А.И. и др., 2010 г.)
1	2	3	4	5	6
1	Геохимическая съемка по ВОР	проб	2 369	-	1 870
2	Шурфы и копушы	п.м	326	-	1 586
3	Канавы	п.м	680	2 150	2 269
4	Колонковые скважины	п.м.	-	12 731	2 540,5
	Скважины УКБ	п.м	736	-	-
5	Шлиховые пробы	шт.	361	-	1 492

Продолжение таблицы 1.2

6	Бороздовые пробы	шт.	100	1 205	1 861
	Точечные пробы из канав	шт.	-	-	257
7	Керновые пробы	шт.	-	2 736	2 256
8	Геохимические сколковые из канав	шт.	418	189	-
9	Геохимические сколковые из скважин	шт.		2 236	-
10	Гравиразведка 1:10000	км ²	-	30,9	-
11	Магниторазведка 1:10000	км ²	-	30,9	-
12	Электроразведка (ЕП) 1:10000	км ²	-	30,9	-
13	Электроразведка (ВП- АКП)	ф. т.	-	341	-
14	Наземная гаммаспектрометрия	ф. т.	-	25	-

1.3. Геологическое строение района

Описание геологического строения окрестностей месторождения приводится по материалам Иванова А.И. [1] и ОАО «Высочайший» (2011г)[2].

В структурном отношении месторождение расположено в северной части Бодайбинской структурно-формационной зоны (Бодайбинский синклиний) в Хомолхинской подзоне слабо переработанных структур. Согласно металлогеническому районированию Ленского золотоносной провинцией, объект расположен в пределах Кудули-Хомолхинского рудного района на границе Хомолхино-Патомского и Маракано-Тунгусского рудных районов Мамско-Бодайбинской металлогенической зоны.

Обзорная геологическая карта района работ масштаба 1:200000 представлена в графическом приложении лист №1.

В геологическом строении района работ принимают участие отложения среднего-верхнего рифея и верхнего рифея - венда, прорванные магматическими породами конкудеро-мамаканского комплекса.

1.3.1. Стратиграфия

Средний-верхний рифей (R_{2+3})

К среднему-верхнему рифею относится ныгринская серия, включающая бужуихтинскую, угаханскую, хомолхинскую и имняхскую свиты.

Бужуихтинская свита ($R_{2+3}bz$) является рудовмещающей для месторождения «Угахан» и составляет ядерную часть одноименной антиклинали. По литологическим особенностям и породным соотношениям эта свита подразделена на две подсвиты.

Нижняя подсвита ($R_{2+3}bz_I$) сложена переслаивающимися углеродистыми сланцами, алевролитами, кварцевыми и кварц-карбонатными песчаниками. Песчаники преобладают в средней части подсвиты, сланцы и алевролиты – в нижней и верхней. Мощность 250–300 м.

Нижняя подсвита бужуихтинской свиты разделена на 3 пачки.

Первая пачка ($R_{2+3}bz_I^1$), в пределах участка составляет ядро Верхне-Угаханской антиклинали. В верхней части пачки залегает горизонт мощностью 25 м, представленный переслаиванием углеродистых сланцев с прослоями слюдисто-кварцевых, часто известковистых песчаников и алевролитов. Ниже преимущественно разномерные полосчатые метапесчаники, участками интенсивно известковистые, с вкрапленниками кальцита, придающего породам псевдопорфировидный облик. Углеродистое вещество распределено неравномерно, образует рваный рисунок на поверхности зерна. Мощность пачки не менее 70 м.

Вторая пачка ($R_{2+3}bz_I^2$) согласно залегает на отложениях первой пачки и сложена полевошпатово-кварцевыми песчаниками от тонко до среднезернистых, в различной степени известковистыми, в прослоях – углеродистые слюдисто-кварцевые сланцы и алевролиты. В целом для пачки характерно небольшое преобладание (55 – 60 %) песчаникового компонента. В лежащем крыле антиклинали в этой пачке вскрыта мощная зона окварцевания.

Жилы субсогласные, мощностью от нескольких см до 4 м. Часто в жилах присутствует кальцит. Мощность 60 – 80 м.

Третья пачка ($R_{2+3}bz_1^3$) изучена скважинами по профилям 39 – 49 (в различной степени) в северном крыле Верхне-Угаханской антиклинали (юго-восточный блок месторождения). В верхней части пачки преобладает сланцево-алевролитовый компонент, чаще – филлитовидные сланцы. Мощность 10 – 20 м. Далее довольно мощная (20 – 30 м) пачка полевошпат-кварцевых, известковых, рассланцованных метапесчаников с реликтами микрофитолитов. В нижней части пачки преобладает переслаивание алевропелитовых пород с подчиненным содержанием песчаников. Этот пакет вмещает Нижнее рудное тело месторождения «Угахан». Границы между ритмами большей частью параллельные, резкие. Внутри – нередко постепенные за счет смены зернистости. В целом разрез характеризуется преобладанием сланцев в нижней и верхней частях разреза и песчаников – в средней. Мощность 50 – 70 м.

Верхняя подсвита ($R_{2+3}bz_2^{1-4}$) имеет существенно песчаный состав (60 – 70 %), углеродистые сланцы и алевролиты залегают в виде прослоев. Это взаимоотношение не всегда является таковым из-за изменчивости литокомплексов по простиранию (фациальных переходов). Мощность 400 – 450 м.

На месторождении «Угахан» по данным бурения, бульдозерных траншей с учетом дешифрирования аэро- и космоснимков, материалов электроразведки предшественников верхняя подсвита расчленена на пять пачек.

Первая пачка ($R_{2+3}bz_2^1$) наиболее полно изучена по буровым скважинам и горным выработкам в северном крыле и замке Верхне-Угаханской антиклинали в юго-восточном блоке месторождения. Является рудовмещающей для Основной и Средней рудных зон. Пачка сложена переслаиванием полевошпатово-кварцевых песчаников от мелко- до крупнозернистых часто углеродистых и известковистых, углеродистых

слюдисто-кварцевых сланцев и алевролитов. Участками в основании песчаных прослоев отмечаются прослой до 0,5 м от гравелистых разностей до мелкообломочных гравелитов. В целом, по результатам описания керна скважин, разрез отложений характеризуется незначительным преобладанием алевропелитового компонента (55 %). Снизу вверх по разрезу переслаивание меняется от тонкого 0,5 – 5 см до 0,5 – 2,0 м. Ритмы двухкомпонентные (песчаник – алевролит, алевролит – сланец) и трехкомпонентные (песчаник – алевролит – сланец) с преобладанием в ритме нижнего компонента. Мощность 100 – 130 м.

Вторая пачка ($R_{2+3}bz_2^2$) изучена многочисленными канавами и скважинами в Северо-западном и Центральном блоках месторождения и 9-ой продольной линией ЮВ блока. Пачка преимущественно алевро-псаммитового состава. Вмещает Верхнюю рудную зону месторождения «Угахан», прослеженную в Северо-Западном, Центральном и частично – Юго-Восточном блоках месторождения. Представлена чаще грубым переслаиванием по 0,5 – 10,0 м полевошпатово-кварцевых известковистых песчаников и алевролитов с переменным преобладанием то одного, то другого компонента. Монослой песчаников тяготеют к центральной части разреза, их мощность достигает 30 м. Слюдисто-кварцевые, кварц-слюдистые (филлитовидные) углеродистые сланцы содержатся в резко подчиненных количествах. По петрографическому описанию шлифов, вмещающими являются преимущественно средне-мелкозернистые полевошпатово-кварцевые слабоуглеродистые песчаники, значительно реже – филлитовидные углеродистые сланцы. Повсеместно отмечается пирротиновая минерализация. Мощность пачки 60 – 80 м.

Третья пачка ($R_{2+3}bz_2^3$) вскрыта буровыми скважинами в северо-западном блоке месторождения, сложена на 55-60 % полевошпатово-кварцевыми серыми и светло-серыми песчаниками в различной степени известковистыми с прослоями углеродистых слюдисто-кварцевых алевролитов и сланцев. Монослой песчаников достигают мощности 10 м, но чаще включают

до 10 – 15 % прослоев слюдисто-кварцевых и кварц-слюдистых углеродсодержащих алевролитов и сланцев. Мощность прослоев алевропелитового состава составляет порядка 3-5 м. Мощность пачки – 40 – 60 м.

Четвертая пачка ($R_{2+3}bz_2^4$). В кровле пачки отмечен слой полевошпатово-кварцевых песчаников мощностью до 30 м с прослоями алевролитов. Нижняя часть сложена углеродистыми слюдисто-кварцевыми сланцами с редкими прослоями полевошпатово - кварцевых песчаников. Наблюдается невыдержанность литологических слоев по латерали – в восточном направлении разрез более тонкозернистый, вплоть до преобладания алевролитов и филлитовидных сланцев. Мощность пачки 40 – 50 м.

Пятая пачка ($R_{2+3}bz_2^5$) завершает разрез отложений бужуихтинской свиты. Она представлена полевошпатово-кварцевыми, кварцевыми известковистыми песчаниками с прослоями углеродистых, часто известковистых сланцев и редкими прослоями углеродистых известняков. Является переходной к отложениям угаханской свиты. Мощность пачки 70 – 80 м.

Радиоактивность пород бужуихтинской свиты составляет 3 – 10 мкр/ч и иногда повышается до 12 – 16 мкр/ч. Более высокая гамма-активность характеризует существенно сланцевые углеродистые пакеты переслаивания.

Угаханская свита ($R_{2+3}uh$) согласно залегает на бужуихтинской свите и слагает крылья Верхне-Угаханской антиклинали. Строение разреза свиты определяют темно-серые и черные известняки, сланцы и песчаники. По литологическим особенностям она подразделяется на две подсвиты.

Нижняя подсвита ($R_{2+3}uh_1$) сложена тонкопереслаивающимися темно-серыми до черных слюдисто-кварцевыми алевроитовыми сланцами и известняками при преобладании первых (70 %). Мощность 400 – 450 м

Верхняя подсвита ($R_{2+3}uh_2$) представлена серыми и темно-серыми в различной степени углеродистыми кристаллическими известняками, иногда

брекчиевидными и оолитовыми с подчиненными прослоями углеродистых слюдисто-кварцевых, слюдисто-карбонатно-кварцевых сланцев. Мощность 350 – 400 м.

Хомолхинская свита ($R_{2+3}hm$) в пределах описываемой площади вскрывается в крыльях Верхне-Угаханской антиклинали и Гохтачинско-Угаханской синклинали за границами оруденения. В крайней южной части площади работ породы свиты слагают северное крыло Сухоложской антиклинали. Свита расчленена на три подсвиты.

Имняхская свита ($R_{2+3}im$) согласно залегает на отложениях хомолхинской свиты, слагая крылья и периклиналь Сухоложской антиклинали и ядерную часть Гохтачинско-Угаханской синклинали на удалении от оруденения, расчленена на две подсвиты.

1.3.2. Четвертичные отложения

Верхнечетвертичные (Q_{III}) отложения слагают нижние части бортов долин и их днища и представлены мощным (до 40 м) комплексом ледниковых, озерно- и водноледниковых песков, глин, реже валунников.

Современные (Q_{IV}) отложения представлены аллювиальными галечными и валунно-галечными отложениями современной русловой и пойменной фаций, комплекса надпойменных террас. Кроме этого комплекса отложений, в долинах основных водотоков в результате дражной и открытой отработки россыпей из пород вскрыши и промывки сформированы техногенные отложения. На водоразделах и их склонах широко развиты элювиальные и делювиальные отложения. На выположенных нижних частях бортов долин, иногда на низких пологих водоразделах и седловинах нередко сформированы делювиально-солифлюкционные отложения глыбово-дресвяно-супесчаного и глыбово-суглинистого состава часто с примесью ледникового материала и нередко с гумусо-торфяным слоем в верхней части. Мощность этих образований нередко более 5 м.

1.3.3. Интрузивные образования

На площади работ проявлений магматизма не выявлено.

Конкудеро-мамаканский комплекс включает гранитоиды первой и второй фазы.

Первая фаза представлена гранитами биотитовыми, двуслюдяными реже мусковитовыми среднезернистыми, в меньшей мере мелко и крупнозернистыми (γ_1), гранитами и пегматитами разномасштабными ($\gamma_1-\rho_1$), пегматитами биотитовыми и двуслюдяными (ρ_1) и гранит-порфирами биотитовыми ($\gamma\pi_1$). Ко второй фазе отнесены маломощные жилы гранитов лейкократовых мелкозернистых (γ_2) и пегматитов мелкозернистых (ρ_2).

Выходы гранитоидов в северо-западной и северной частях территории приурочены к апикальной Анангро-Чумаркойского гранитного купола II ранга. Гранитоиды слагают два массива, выходящих на поверхность: Чумаркойско-Каверинский и Мараканский.

Чумаркойско-Каверинский массив расположен в северо-западной части территории, в междуречье рр. Вачи и Маракана, занимая площадь 45 кв.км.

Массив располагается в зоне сочленения Бодайбинского и Мамского синклинория, а по отношению к глубинным структурам – в узле пересечения Мамоко-Чипикетского вала и Брызгунско-Анагрско-Челончанской региональной зоны повышенных мощностей лейкократовых пород. На современном срезе массив косо сечет структуры рифейских образований, контактируя с разными уровнями разреза – от отложений имнянской и хомолхинской свит – на юго- западе площади до бодайбоканской и бужуихтинской – на северо-востоке. Осложнен разрывными нарушениями северо-восточного простирания.

Контактная поверхность круто 60 – 70 градусов погружается на юго-восток, с глубиной, судя по геофизическим данным, меняет падение на северо-западное и угол 30 – 80 градусов.

Массив сложен гранитами и пегматитами первой фазы с единичными жилами гранитов и пегматитов второй фазы.

В пределах месторождения «Угахан» по контрастным отрицательным аномалиям силы тяжести предполагается наличие нескольких не вскрытых эрозией гранитных интрузии, с которыми многие исследователи региона связывают процесс рудообразования.

1.3.4. Метаморфизм

Рифейско-вендские отложения претерпели метаморфические преобразования при линейном складкообразовании, в регионально-метаморфический этап (гранито-гнейсовое куполообразование) и при внедрении гранитоидов. На рассматриваемой территории в целом проявлен региональный метаморфизм серицит-хлоритовой субфации фации зеленых сланцев.

1.3.5. Тектоника

Как уже отмечалось, рассматриваемый район располагается в пределах Мамско-Бодайбинского синклинория в северной части Байкальской складчатой области.

В целом же в этом регионе в результате длительного развития сформировано четыре структурных этажа - архейский, раннепротерозойский, рифейско-палеозойский и мезозойский, представляющие образования одноименных тектоно-магматических циклов.

Рифейско-палеозойские осадочно-метаморфические и магматические образования образуют третий структурный этаж, сформировавшийся в течение рифейско-палеозойского тектономагматического цикла. Они вскрываются в синклинориях и наиболее погруженной части антиклинория. Более древние породы в это время были в различной степени переработаны, в том числе испытали наложенную складчатость.

Складчатые структуры. Мамско-Бодайбинский синклиний занимает внутреннюю часть складчатой области. Район характеризуется отчетливым двухъярусным строением: на раннепротерозойском фундаменте залегает рифейско-вендский складчатый чехол. Глубина залегания поверхности фундамента достигает 8 – 10 км. Размеры синклинория в пределах рассматриваемой территории составляют 150 – 200 x 200 – 250 км. Основу его структуры составляют одноактные линейные разнопорядковые складки.

Основные черты морфологии складок этой зоны определены при геологическом картировании масштаба 1:200000. Выделено три синклинали второго порядка - мегасинклинали (прогибы - по Ю.П. Казакевич, 1971, сложные синклинали - по Л.И. Салопу, 1967): Бодайбинская, Маракано-Тунгусская и Хомолхино-Илигирская, и три антиклинали второго порядка - мегаантиклинали (называемые соответственно поднятиями и сложными антиклиналями): Тамаракская, Кропоткинская и Кадаликанская.

Участок работ располагается в пределах Верхне-Угаханской антиклинали, осложняющей Кадаликанскую мегаантиклиналь. Рудовмещающей структурой для месторождения «Сухой Лог» является Сухоложская антиклиналь, Верхне-Угаханская антиклиналь вмещает Угаханское месторождение.

Разрывные нарушения. На рассматриваемой территории на уровне денудационного среза развиты в основном средне-позднепалеозойские разломы, связанные с линейным складкообразованием, гранито-гнейсовым куполообразованием и со становлением гранитоидов конкудеро-мамаканского комплекса.

Линейную складчатость сопровождают собственно соскладчатые - продольные вязкие разломы. Остальные разломы этого возраста - поздне- и постскладчатые - образовались на заключительных стадиях складкообразования после прекращения процесса пластической деформации, но при той же ориентировке оси максимального сжатия. В это время

продолжалось усложнение складчатых структур в основном за счет дизъюнктивных дислокаций. К таким нарушениям относятся позднескладчатые взбросы, надвиги и сбросы отставания, позднескладчатые и постскладчатые сдвиги (Иванов и др., 1995).

Соскладчатые вязкие разломы характеризуются относительно небольшими амплитудами перемещений и иногда образуют широкие зоны, как в замковых частях, так и крыльях складок. Их структурно-вещественный парагенезис представлен кливажом течения, А-линейностью, мелкой кливажной складчатостью, муллион-структурами и тектоническом разлинзованием. Морфологически зоны в целом представляют собой взбросы или надвиги, хотя отдельные нарушения могут характеризоваться и сбросовым перемещением (сбросы отставания).

К этой же группе нарушений относятся так называемые "зоны рассланцевания". Они являются рудоконтролирующими структурами – в них проявлена золотоносная сульфидно-бурошпатовая минерализация, входящая в структурно-вещественный парагенезис этих разрывов. В таких зонах, развивающихся, как правило, длительно, часто на вязкие соскладчатые деформации накладываются хрупко-пластичные деформации позднескладчатого и постскладчатого сингранитного этапов, когда в процессе переработки и перераспределения золотоносной сульфидно-бурошпатовой минерализации формируются золоторудные объекты. В пределах участка работ предшественниками установлена зона рассланцевания, трассирующая проявления золоторудной минерализации.

Позднескладчатые взбросы, надвиги и сбросы отставания - ведущий тип разрывов в рифейско-вендских отложениях, который начинает формироваться в заключительную стадию складкообразования. Разрывы ориентированы субпараллельно осевым поверхностям складок и кливажу, часто группируются в зоны над продольными разломами фундамента, либо осложняют наиболее деформированные участки чехла и особенно зоны вязких соскладчатых

разрывов. В зависимости от конкретных условий могут доминировать как «вязкие», так и «хрупкие» разрывы. Структурный парагенезис "вязких" позднескладчатых разрывов включает кинк-зоны (гофрировку), вязкие разрывы, линзовидные и сложной формы жилы, будинаж-структуры и тектоническое разлинзование, мелкую складчатость, зеркала и борозды скольжения. "Хрупкий" парагенезис характеризуется участием в нем зеркал и борозд скольжения, жил клиновидной и сложной форм в трещинах отрыва, мелкой приразломной складчатости, меланжевых структур, брекчий.

Позднескладчатые и постскладчатые сдвиги формировались позже главного кливажа и позднескладчатых продольных разрывов, хотя с последними иногда отмечаются случаи плавных переходов меридиональных сдвигов в субширотные пологие надвиги и случаи пересечений и смещений тех же надвигов меридиональными сдвигами. По-видимому, сдвиги начинают формироваться одновременно с продольными нарушениями как их динамопары и продолжают свое развитие после завершения продольных разрывных деформаций.

Структурно-вещественный парагенезис сдвигов сформирован, как правило, в условиях хрупких деформаций, хотя непосредственно в зонах возможно формирование милонитовых структур с переориентировкой минералов в их плоскостях или структур, подобных кливажу скалывания. Обычно же в парагенезис входят зеркала и борозды скольжения, сколовая и отрывная крутопадающая трещиноватость, жилы и прожилки в трещинах отрыва или скола в участках их изгибов, зоны дробления и брекчирования.

1.3.6. Гидрогеология

Район работ расположен в пределах Вачско-Хомолхинского гидрогеологического района Витимо-Патамской гидрогеологической складчатой области. Район характеризуется значительным распространением многолетней мерзлоты, мощность которой варьирует в пределах от 30 м в долинах рек до 150 – 200 м на водоразделах. Температура многолетнемерзлых

пород минус 1,5 – 2,0 гадуса. Сквозные талики распространены только под руслами рек и ручьев.

На всей территории современных аллювиальных и древнеаллювиальных отложений распространены в таликах порово-пластовые воды, на площади развития многолетнемерзлых пород – надмерзлотные и подмерзлотные.

Порово-пластовые воды в современных аллювиальных отложениях залегают и циркулируют среди валунно-галечного и гравийно-галечного материала с песчаными и супесчаными заполнителями. Мощность водоносных отложений до 15 м, динамические запасы в зависимости от мощности и ширины горизонтов изменяются от 500 до 1000 м³/сутки. Воды гидрокарбонатные, преимущественно натриевые с минерализацией до 0,5 г/л, умеренно жесткие (5 мг-экв/л), нейтральные. Порово-пластовые воды в древнеаллювиальных образованиях менее водообильны, коэффициенты фильтрации не превышают 5-10 м/сут, мощность горизонтов от 2 м до 5 м, динамические запасы 100-120 м³/сут, химический состав аналогичен вышеописанному.

Надмерзлотные воды в водно-ледниковых, ледниковых и элювиально-делювиальных образованиях распространены преимущественно на пологих склонах, где они часто выражены заболоченностью. Мощность и водообильность их находится в прямой зависимости от глубин сезонного протаивания и количества атмосферных осадков. На водоразделах надмерзлотные воды проявлены незначительно.

Подмерзлотные трещинные и трещинно-жильные воды циркулируют среди коренных пород. Дизъюнктивные нарушения и сопровождающие их зоны трещиноватости в значительной степени определяют характер обводненности этих пород. Наиболее обводнены зоны нарушений. Самоизливающиеся подмерзлотные воды в них вскрыты разведочными скважинами на глубинах 89 – 120 м. Зоны дробления и интенсивной трещиноватости в отдельных скважинах встречены в интервалах 89 – 102, 106 – 110, 127 – 130 м. Дебиты

скважин при самоизливе составляют 1,5 – 2 л/сек, коэффициенты фильтрации 0,07 – 0,26 м/сутки.

Вне зон тектонических нарушений подмерзлотный разрез характеризуется незначительной водообильностью (удельные дебиты-сотые и тысячные доли л/сек). Установленная мощность водоносного горизонта 150 – 200 м. Широкое развитие многолетней мерзлоты с мощностью до 200 м, неравномерное распределение подмерзлотной трещиноватости пород обуславливает весьма затрудненные условия поверхностного питания водоносного горизонта и, как следствие, определяют ограниченные его ресурсы. Подмерзлотные воды гидрокарбонатно-сульфатные, натриевые с минерализацией 0,5 – 0,62 г/л, очень холодные (0,4 – 1,5°C).

Таким образом, описываемая территория характеризуется наличием мощной толщи многолетнемерзлых пород (до 200 м), подмерзлотный разрез имеет слабую водообильность, отдельные тектонические зоны, обладающие повышенной водоносностью, могут быть использованы для питьевого и технического водоснабжения, вода хорошего качества.

1.4. Геологическое строение месторождения Угахан

Карта геологического строения и геологический разрез месторождения представлен в графическом приложении, лист №2.

1.4.1. Структура месторождения

Месторождение приурочено к ядерной части и крыльям Верхне-Угаханской антиклинали, сложенной породами бужуихтинской и угаханской свит. На юге антиклиналь ограничена Гохтачинско-Угаханской, на севере – Хомолхинской синклиналями. Ось структуры по направлению с СЗ на ЮВ меняет свою ориентировку с северо-западной (аз. прост. 300°) до субширотной (аз. прост. 90°), а шарнира – от субгоризонтальной до наклонной (угол 8 – 10°). За пределами участка в восточном направлении ось антиклинали вновь приобретает СЗ простирание, а шарнир становится субгоризонтальным. Таким

образом, в пределах месторождения «Угахан» происходит искривление осевой поверхности и шарнира антиклинали, фиксирующее деформацию складки над поперечным разломом фундамента. Антиклиналь запрокинута на юго-запад, ее осевая поверхность погружается в северных румбах под углом около 30° . В запрокнутом южном крыле породы падают на ССЗ под углом $40 - 50^{\circ}$, в «нормальном» (северо-западном) крыле – под углом $15 - 18^{\circ}$. В целом установлен «плавный» характер замковой части антиклинали, осложненной мелкой складчатостью и только в отдельных случаях – складками с амплитудой до $5 - 10$ м.

«Концентрированные» разрывные нарушения в пределах участка установлены только в запрокнутом крыле антиклинали, где они представлены взбросо-надвигом (угол падения около 30°). В «нормальном» крыле по изменению углов падения пород (выполаживанию) выявляется продольная флексура, которая фиксирует зону рассланцевания с надвиговыми перемещениями. Характерными элементами ее структурно-вещественного парагенезиса являются тектоническое разлинзование, муллион-структуры, мелкая складчатость и т.п.

Поперечные разрывные деформации на уровне денудационного среза выражены зонами сколовой трещиноватости. Часть трещин залечено кварцевыми прожилками (до $1 - 3$ см), развитыми преимущественно в песчаниках. Прожилки плитообразные, кварц обычно молочно-белый, без видимой рудной минерализации. По-видимому, эти прожилки сформировались при линейной складчатости и фиксируют позднескладчатый этап «хрупких» деформаций.

1.4.2. Метаморфизм и гидротермально-метасоматические процессы

Месторождение расположено в зоне регионального метаморфизма серицит-хлоритовой субфации фации зеленых сланцев.

Наложенная минерализация – результат гидротермально-метасоматических процессов, проявлена сульфидизацией, бурошпатизацией и мусковитизацией пород, окварцеванием. Зона гидротермально – метасоматической проработки пород занимает сводовую часть и северное крыло антиклинали.

Сульфидизация. Для месторождения характерно широкое проявление сингенетичной пирротиновой минерализации, которая имеет отчетливую стратиграфическую приуроченность, устанавливается в обоих крыльях и замковой части антиклинали и не золотоносна. Золотоносность участка связана с более поздними кварц-пирротиновыми линзовидными образованиями, формирующимися в рудный (сингранитный) этап одновременно с мусковитизацией и прожилковой бурошпатизацией. Иногда наблюдаются и отдельные кристаллы пирротина по сланцеватости. По данным спектрального анализа монофракций пирита и пирротина из рудных залежи содержания золота в них составляют соответственно 1,0 г/т и 0,1 – 20 г/т.

При изучении золотоносности сульфидной и прочих минерализованных зон были отобраны пробы, характеризующие разные типы минерализации: прожилковая пирротиновая, кварцево-пирротиновая, кварц-кальцит-пирротиновая, вкрапленная пирротиновая, вкрапленная пиритовая и их сочетания. Какой-либо закономерности в распределении содержаний золота, как по вертикали, так и приуроченности к установленным зонам не установлено.

Пирит повсеместно распространен на участке вне явной связи с золотоносностью. Он выделяется в последние этапы преобразования пород и, по всем данным, является пострудным. Он образует крупные кубические или с треугольными сечениями кристаллы, формирующиеся преимущественно в пирротин-содержащих прослоях, на их контактах или вблизи их.

Бурошпатизация. На участке выделено два этапа бурошпатизации. Первый (рудноподготовительный) связан с формированием зоны

рассланцевания при линейной складчатости, когда формировались ромбоэдрические кристаллы. В рудный этап бурый шпат первой генерации рассланцовывается и преобразуется. В это же время формировался бурый шпат второй (рудной) генерации прожилковидных форм.

Мусковитизация. Процесс мусковитизации проявлен наличием укрупненных кристаллов слюды, сформированных в синрудный этап рассланцевания совместно с бурым шпатом, кварц-пирротиновыми линзами и вкрапленным пирротинном.

1.4.3. Характеристика рудных залежей, описание руд месторождения.

На месторождении по естественному борту 0,2 г/т выделено пять рудных залежей, залегающих в нижних горизонтах верхнебужуихтинской и первой пачке нижнебужуихтинской подсвит. По доминирующему расположению рудных залежей и геолого-структурной позиции месторождение условно разбито на 2 участка: Юго-восточный и Северо-западный.

Рудные залежи имеют пластообразную форму, субсогласное залегание с вмещающими породами, полого падают на ССВ под углами $15 - 29^0$ и располагаются ярусно. Выделяются исключительно по результатам пробирного анализа, визуальных отличительных признаков не имеют. Золоторудная минерализация распределена неравномерно, размах содержаний от десятых долей – до 13.74 г/т. Наиболее крупные рудные залежи 1– 2 довольно хорошо выдержаны как по простиранию, так и по падению, рисунок 1.2.

Рудная залежь 1 – локализована во второй пачке верхнебужуихтинской подсвиты ($R_{2+3} \text{ bz}_2^2$). Длина по простиранию совместно с сателлитом составляет 3300 м, по падению 567 м, азимут простирания составляет 299^0 , угол падения $21-22^0$ на ССВ. Рудная залежь имеет выход на дневную поверхность. Мощность залежи от первых метров до 17,44 м), среднее содержание – 1,518 г/т. Максимальная глубина пересечения залежи – 180 м от дневной поверхности. Для залежи характерно преобладание псаммитовой

составляющей – примерно 60 % разреза составляют песчаники полевошпатово-кварцевые с серицит-кальцитовым, кальцит-серицитовым цементом, слабо - или интенсивно углеродистые (редко). Остальная часть разреза сложена алевролитами и углеродистыми филлитами, часто в тонком переслаивании с песчаниками.

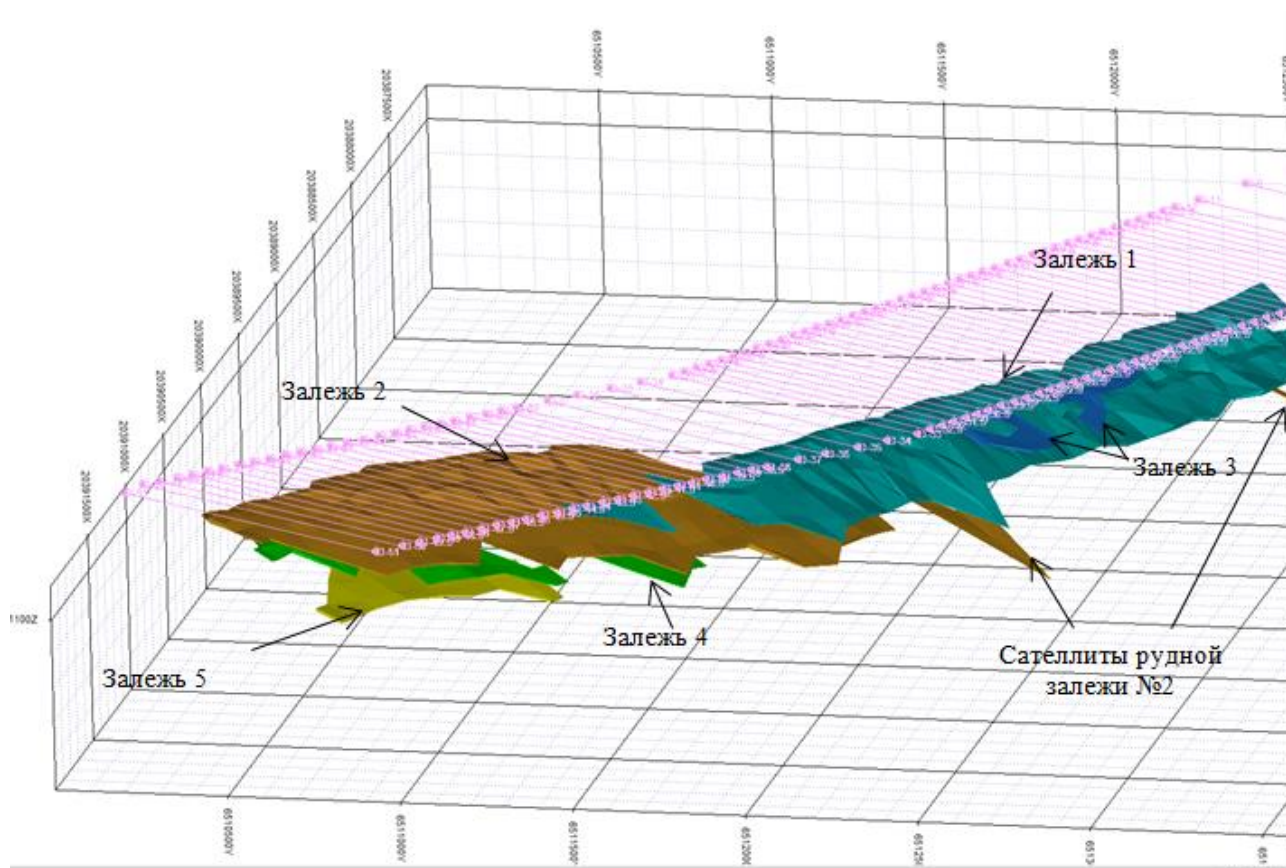


Рисунок 1.2 – Взаиморасположение рудных залежей на месторождении

Рудная залежь 3 – залегает на 17 – 23 метров выше рудной залежи №1 в части той же пачки верхнебужуихтинской подсвиты ($R_{2+3} bz_2^2$), имеет выход на дневную поверхность. Представлена двумя сателлитами, лежащими в одной плоскости. Длина по простиранию составляет 802 м, по падению 244 м, азимут простирания составляет 299^0 , угол падения от 14^0 до 20^0 на ССВ. Мощность залежи не большая в среднем составляет 3,25 м, среднее содержание по зоне составляет 1.592 г/т. Залежь состоит из полевошпатово-кварцевых песчаников с серицит-кальцитовым, кальцит-серицитовым цементом, слабо - или интенсивно углеродистые.

В пределах Юго-восточного участка выделено 3 рудных залежей: доминирующая рудная залежь № 2 и более мелкие рудные залежи №№ 4,5.

Рудная залежь 2 – наиболее мощная и выдержанная. Основная рудная залежь выходит на дневную поверхность, азимут простирания составляет 314^0 , падением на северо-восток под углом 17^0 . Вскрыта 25 канавами через 50 –100 м по простиранию на 1280 м и по сети 100–50х100-50 прослежена скважинами колонкового бурения до глубины 825 м. Мощность залежи от первых метров до 24,0 м. Минимальное содержание содержания золота – от десятых, максимальное до 5,46 г/т. Среднее содержание по основной рудной залежи составляет 1,514 г/т. Минерализация локализована в верхней части первой пачки верхнебужуихтинской подсвиты ($R_{2+3}bz_2^1$), которая представляет собой существенно сланцевую толщу с частыми прослоями метапесчаников и метаалевролитов различной мощности.

Рудная залежь 4 – залегает в 36 м под основной залежью № 2. Азимут простирания и угол падения рудной залежи аналогичные рудной залежи № 2. Залежь №4 разбита на три сателлита имеющие в плане сложную форму. Средняя мощность залежи 4,61 м, среднее содержание – 2,158 г/т. Общая длина по простиранию составляет 1353 м. Локализована в пределах той же литологической пачки верхнебужуихтинской подсвиты ($R_{2+3}bz_2^1$).

Рудная залежь 5 – залегает на 50 метров ниже залежи № 4. Длина по простиранию составляет 710 м, по падению 294 м, азимут простирания составляет 312^0 , угол падения от 16^0 до 20^0 на ССВ. Мощность залежи в среднем составляет 5,94 м, среднее содержание составляет 1,25 г/т. Залежь локализована в третьей пачке нижней верхнебужуихтинской подсвиты ($R_{2+3}bz_1^3$). Состоит из полевошпатово-кварцевых известковых, рассланцованных, с реликтами микрофитоцитов метапесчаников.

1.5. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ

1.5.1. Топографо-геодезическое обеспечение геологоразведочных работ

На территорию месторождения и его окрестности имеются государственные топографические карты масштаба 1:25000, 1: 50000, 1:100000, 1:200000.

Район покрыт сетью пунктов Государственной геодезической сети (ГГС), содержащей пункты триангуляции 2 и 3 класса и полигонометрии 4-го класса, а также развита Государственная нивелирная сеть (ГНС), содержащая пункты нивелирной сети IV класса с плотностью, достаточной для развития планово-высотного съемочного обоснования. Пункты находятся в основном в хорошей сохранности и транспортной доступности.

Также на объекте в процессе геологоразведочных работ создана развитая геодезическая съемочная сеть, представленная как пунктами долговременного закрепления, так и точками временного закрепления, а также ориентирными пунктами ГГС.

По результатам предварительного сбора данных и полевого обследования пунктов ГГС и ГНС сохранились следующие пункты:

- п. тр. 3 класса Ныгри
- п. тр. 3 класса Вершина Угахана п. п. 2698 4/IV класса
- п. п. 4858 4/IV класса п. п. 2142 4/IV класса п. п. 3302 4/IV класса п. п. 3918 4/IV класса

В процессе работ будет производиться инструментальная привязка к сети съёмочного обоснования всех разведочных скважин.

1.5.2. Буровые работы

Колонковое бурение является основным методом изучения месторождения. По полученным в процессе бурения пробам в виде столбиков

керна производят подсчет запасов и технико-экономическое обоснование разработки месторождения.

Большая часть месторождения сложена породами бужуихтинской свиты. Выделенные предшествующими работами пять рудных залежей, залегают в нижних горизонтах верхнебужуихтинской и третьей пачке нижнебужуихтинской подсвит, имеют пластообразную форму, субсогласное залегание с вмещающими породами, полого падают на северо- северо-восток (ССВ) под углами 15-29° и располагаются ярусно. Усредненный геологический разрез и категория пород по буримости приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Усредненный геологический разрез

Породы	Индекс	Глубина подошвы, м	Категория пород по буримости	Мощность слоя, м
Галечник; валуны	Q _{IV}	5	IV-V	5
Полевошпатово-кварцевые, кварцевые известковистые песчаники с прослоями углеродистых, часто известковистых сланцев и редкими прослоями углеродистых известняков	R ₂₊₃ bz ₂ ⁵	85	VI	80
Полевошпатово-кварцевые песчаники с прослоями алевролитов; углеродистые слюдисто-кварцевые сланцы с редкими прослоями полевошпатово - кварцевых песчаников	R ₂₊₃ bz ₂ ⁴	135	VI	50
Полевошпатовые-кварцевые серые и светло-серые песчаники в различной степени известковистые с прослоями углеродистых слюдисто-кварцевых алевролитов и сланцев	R ₂₊₃ bz ₂ ³	195	VI	60
Полевошпатово-кварцевые известковистые песчаники; алевролиты	R ₂₊₃ bz ₂ ²	275	VI	80

Продолжение таблицы 1.3

Полевошпатово–кварцевые песчаники от мелко- до крупнозернистых часто углеродистых и известковистых; углеродистые слюдисто-кварцевые сланцы; алевролиты.	$R_{2+3}bz_2^1$	405	VI	130
Филлитовидные сланцы; полевошпат-кварцевые, известковые, рассланцованные метапесчаники	$R_{2+3}bz_1^3$	475	VI	70

Так как рудные тела имеют азимут простираения $299^0 - 312^0$, то все буровые линии должны быть ориентированы вкрест усредненного простираения рудных залежей по азимуту в 30^0 .

Месторождение относится к 3-й группе по сложности строения, поэтому сеть скважин для запасов категории C_1 40-60х40-60 м, для C_2 90-1100х40-90-110 м.

Всего планируется на месторождении пройти 383 скважин по 51 профилям, объем бурения 43662.6 п. м. Глубина скважин от первых десятков метров до 475 метров.

1.5.3. Методика и техника геофизических работ

Площадные геофизические работы и каротаж скважин на месторождении произведенный предшественниками установил отсутствие прямых связей между геофизическими полями и оруденением. Поэтому скважинах будут произведены только замеры искривления. Замеры проводятся при спуске (рядовой замер) и подъеме (контрольный замер) инклинометра со скоростью 250 – 500 м/час, при шаге 5–10м.

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

2.1. Анализ техники, технологии и организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения

При поисковых и оценочных работах было пройдено 35 скважин на 7 буровых профилях глубиной 100–300 м. Бурение велось буровыми станками отечественного производства СКБ – 4 и СКБ – 5 алмазными коронками диаметром 59 и 76 мм обычным снарядами и двойными колонковыми трубами. Так как в этот период не во всех интервалах был получен высокий выход керна, и скважины не попадают в створ разведочных профилей, эти выработки будут исключены из подсчета запасов.

Отклонения относительно разведочных линий за счет смещения их устьев при заложении, а также за счет искривления их стволов при бурении были незначительны и бессистемны.

Для обеспечения более высокого выхода керна при проведении буровых работ, рекомендуется использование снаряда со съёмным кернаприемником. Это обеспечит практически 100 % выход керна по всем интервалам за исключением четвертичных отложений, зон гипергенной трещиноватости и тектонического дробления пород.

2.2 Способ бурения, разработка типовой конструкции скважины

2.2.1 Определение минимального диаметра керна

Расчет наименьшего диаметра скважины выбирается исходя из минимального диаметра керна последнего пласта полезного ископаемого и диаметра аппаратуры спускаемой в скважину.

Минимально допустимый диаметр керна выбирается исходя из рекомендаций, представленных в таблице 2.1

Месторождение «Угахан» по сложности геологического относится к объектам третьей группы, морфологического типа: "крупная минерализованная зона сложного строения, распределение оруденения весьма неравномерное".

Характеризуется весьма неравномерным распределением золота и довольно низким коэффициентом рудоносности.

Таблица 2.1 – Минимально допустимые диаметры керна в зависимости от характера распределения компонентов полезных ископаемых

Характер распределения компонентов	Полезное ископаемое	Текстура пород	Рекомендуемый минимальный диаметр керна $d_{k \min}$, мм
Весьма равномерный и равномерный	Наиболее выдержанные месторождения черных металлов, химического сырья (сера, мышьяк, фосфор); большинство месторождений угля, горючих сланцев, а так же не рудного сырья (глины, доломиты, кварциты)	Благоприятная	22
		Неблагоприятная	32
Неравномерный	Большинство месторождений цветных металлов (медь, полиметаллы, бокситы), а так же месторождения из I группы	Благоприятная	22
		Неблагоприятная	32
Весьма неравномерный	Большинство месторождений редких, некоторых цветных и благородных металлов, значительная часть месторождений горнорудного сырья (слюда, асбест)	Благоприятная	32
Весьма неравномерный	Наиболее сложные месторождения цветных металлов, не вошедших во II группу	Неблагоприятная	42-60
Крайне неравномерный	Мелкие и весьма нарушенные месторождения редких и благородных металлов, месторождения невошедшие в I - III группы	Благоприятная и неблагоприятная	60

Исходя из вышесказанного, принимаем минимальный диаметр керна для последнего пласта равным: $d_{k \min} = 42$ мм.

2.2.3 Выбор способа бурения и конечного диаметра скважины

Опыт предыдущих работ показал, что для обеспечения высокого выхода керна 95 – 100% следует использовать снаряд ССК. Так же данный комплекс значительно сокращает время бурения за счет экономии времени на спускоподъемные операции.

Конечный диаметр скважины определяется по минимальному внутреннему диаметру коронки.

Рассчитаем минимальный внутренний диаметр коронки:

$$D_{в\ мин} = d_{к\ мин} + \Delta, \quad (1)$$

где – $D_{в\ мин}$ минимальный внутренний диаметр коронки, мм;

Δ – уменьшение диаметра керна в зависимости от категории горной породы по буримости ($f=6$), мм.

$$\Delta = 20 - 8 \cdot \ln f \quad (2)$$

$$\Delta = 20 - 8 \cdot \ln 6 = 5,6 \text{ мм};$$

$$D_{в\ мин} = 42 + 5,6 = 47,6 \text{ мм}.$$

Для определения конечного диаметра скважина обратимся к рассчитанному значению минимального внутреннего диаметра коронки и к характеристикам буровых коронок снарядов со съемным керноприемником, таблица 2.2

Таблица 2.2 – Характеристик буровых коронок снарядов со съемным керноприемником

Размер снаряда	Диаметры алмазного инструмента, мм		
	Расширитель	Коронка	
	Внешний	Внешний	Внутренний
NQ	75,7	75,3	47,6
HQ	96,1	95,6	63,5
PQ	122,6	122,0	85,0

Выбираем снаряд марки NQ диаметром 75,6 мм.

2.2.4. Выбор мероприятий по предупреждению осложнений

Разрез на участке работ в целом является благоприятным для бурения. Породы монолитные согласно залегающие. Зоны дробления и трещиноватости локальны.

Район характеризуется значительным распространением многолетней мерзлоты, мощность которой варьирует в пределах от 30 м в долинах рек до 150 – 200 м на водоразделах. Температура многолетнемерзлых пород минус 1,5 – 2,0°.

Исходя из вышесказанного, можно выделить следующие виды осложнений процессе бурения:

- поглощение бурового раствора, при попадании в зоны трещиноватости и тектонического дробления пород;
- обвал стенок скважины на интервале 0 – 5 метров;
- замерзание бурового раствора, при прохождении интервалов многолетнемерзлых пород.

При поглощении бурового раствора следует вводить в буровой раствор кольматирующие добавки. Это могут быть как легкодоступные на месте кольматанты (древесные опилки, конский навоз, вата, бумага, ореховая скорлупа и т.д.), так и заводские специализированные добавки.

Для предотвращения обвала на интервале 0 – 5 метров его следует закрепить обсадными трубами.

Добавление в буровой раствор поваренной соли предотвратит его замерзание при остановке циркуляции.

2.2.5 Разработка конструкции скважины

Комплексом ССК бурение осуществляется специальными алмазными коронками в породах с V по XI категории буримости, что соответствует породам геологического разреза на участке работ. Поэтому работы будут вестись одним типом породоразрушающего инструмента.

Забурка скважины будет осуществляться снарядом НQ до плотных коренных пород с углубкой в них на 2 метра. Средняя глубина четвертичных валунно-галечных отложений составляет 5 метров. После происходит закрепление этого интервала бурильными трубами НQ с башмаком на конце. Дальнейшее бурение снарядом марки НQ до проектной глубины скважины.

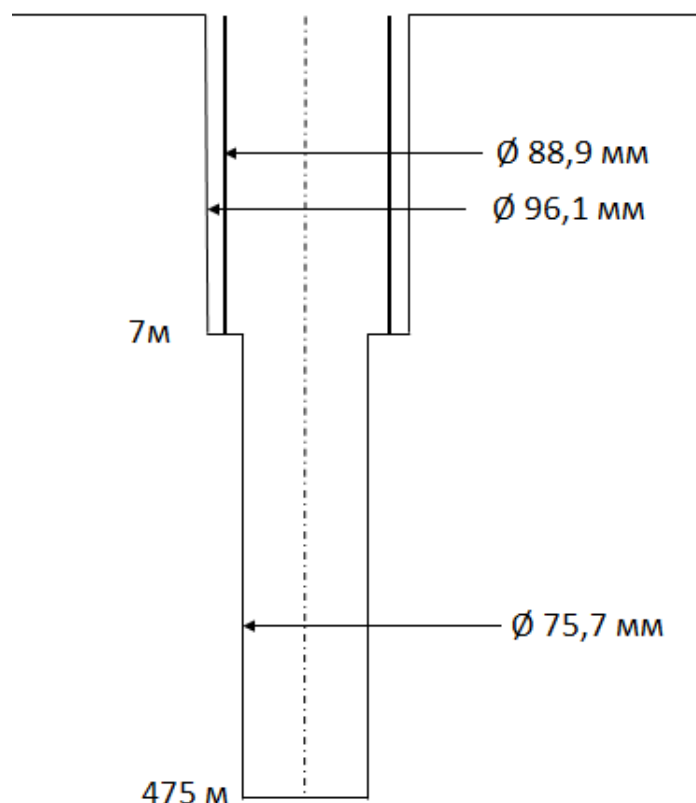


Рисунок 2.1 – Конструкция скважины

2.2.6 Построение профиля скважины

Рудные залежи имеют субсогласное залегание с вмещающими породами и полого падают на ССВ под углами $15 - 29^{\circ}$. Для качественного опробования рудной залежи необходимо, чтобы угол встречи скважины β с ее кровлей был не менее 55° , а в идеальном случае 90° . Исходя из этого, рассчитаем угол заложения скважины. Величину естественного искривления не учитываем и принимаем $i = 0$, по причине ее малой величины и бессистемности.

Зенитный угол скважины на максимальной проектной глубине $L_1 = 475\text{м}$ при заданном угле встречи $\beta=90^\circ$ пласта полезного ископаемого должен быть равен:

$$\theta_B = (\gamma + \beta) - 90 = (29 + 90) - 90 = 29, \quad (2.1)$$

где θ_B – зенитный угол, град;

γ – угол пласта, град.

$$\theta_B = (29 + 90) - 90 = 29$$

Так как величину естественного искривления принимаем равной нулю, то начальный зенитный угол скважины θ_0 принимаем равным зенитному углу на максимальной проектной глубине $\theta_B = \theta_0 = 29^\circ$.

Тогда угол наклона скважины η составит:

$$\eta = 90 - \theta_0, \text{ град} \quad (2.2)$$

$$\eta = 90 - 29 = 71 \text{ град.}$$

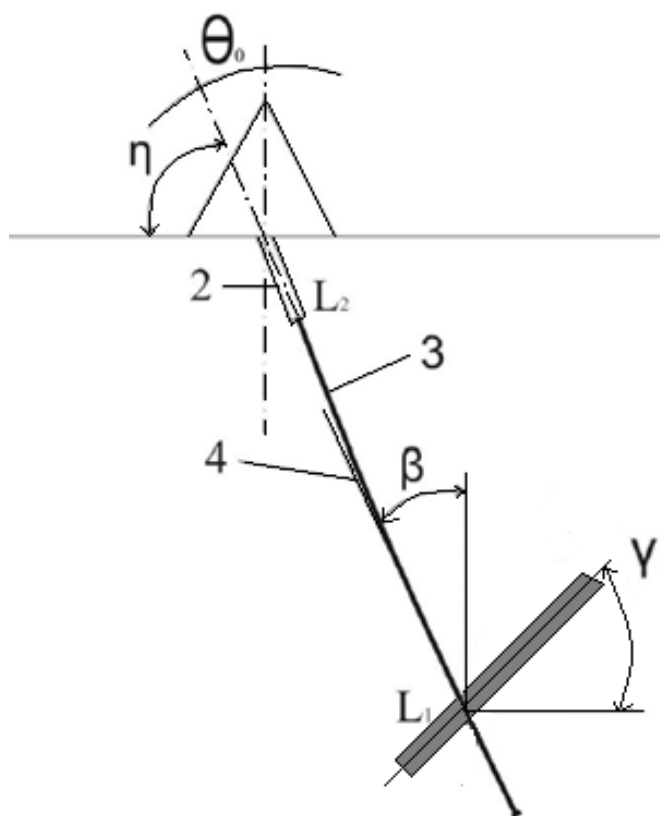


Рисунок 2.2 – Профиль скважины: 1 – пласт полезного ископаемого; 2 – обсадная колонна; 3 – ствол скважины ниже последней обсадной колонны; 4 – касательная к оси скважины в точке встречи с рудной залежью

2.3 Выбор буровой установки и бурильных труб

Перед выбором буровой установки необходимо узнать технические характеристики выбранного снаряда ССК. Бурение под направление производится размером NQ, последующее NQ. Техническая характеристика данных комплексов представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Техническая характеристика комплексов ССК

Показатели	NQ	HQ
Наружный диаметр расширителя, мм	75,7	96,1
Наружный диаметр коронки, мм	75,3	95,6
Внутренний диаметр коронки, мм	47,6	63,5
Наружная труба колонкового набора:		
– Наружный диаметр, мм	73,2	92,2
– Внутренний диаметр, мм	60,5	77,8
Внутренняя труба колонкового набора:		
– Наружный диаметр, мм	55,6	70
– Внутренний диаметр, мм	50	66
Вес колонкового набора, кг		
– С внутренней трубой 1,5 м	39,6	70,2
– С внутренней трубой 3,0 м	61,1	104,3
Вес керноприёмника, кг		
– С внутренней трубой 1,5 м	17,1	30,9
– С внутренней трубой 3,0 м	21,4	39
Вес овершота, кг	15,3	16,1

Буровые штанги для данных типов снарядов имеют тип соединения труба в трубу и изготавливаются из высококачественной стали 35CrMnMo. Все тело штанги включая резьбу проходит термическую обработку для обеспечения необходимой твердости и прочности.

Таблица 2.4 – Техническая характеристика бурильных труб

Размер	Внеш. диаметр, мм	Внутр. диаметр, мм	Шаг резьбы, мм	Длина резьбы, мм	Вес трубы 3 м, кг	Вмест. (л/100 м)
NQ	69,9	60,3	8,5	44,45	24	286
HQ	88,9	77,8	8,5	44,45	35	475

Для выбора буровой установки важно знать, ориентировочную массу буровой колонны. В таблице 2.5 представлены эти данные.

Таблица 2.5 – Расчет ориентировочной массы бурильной колонны

Тип бурильной трубы	Масса 1-го метра трубы, кг	Длина колонны, м	Масса колонны, кг
NQ	8	475	3800

Исходя из ориентировочной массы бурильной колонны и угла бурения в 71^0 , выбираем буровую установку УКБ – 5С.

Самоходная буровая установка УКБ – 5С предназначена для бурения с поверхности вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые вращательным способом.

УКБ – 5С укомплектована всем необходимым оборудованием для автономного выполнения буровых работ в различных климатических районах. Оборудование установки смонтировано в утепленном буровом здании, установленном на полноприводном автомобильном шасси.

Таблица 2.6 – Технические данные буровой установки УКБ – 5С

Углы бурения, градусы	70...90
Привод подъема и опускания мачты	гидравлический
Грузоподъемность на крюке (при 2-х струнной оснастке), т	5,0
Максимальное тяговое усилие на крюке, кН (тс)	
на крюке при двухструнной оснастке	80 (8,0)
на прямом канате	40,0(4,0)
Длина свечи, м	9,5...6,3
Транспортная база (шасси)	Урал-4320-1951
колесная формула	6×6
мощность двигателя, кВт (л.с.)	169 (230)
Буровой станок	СКБ-5115
Буровой насос	НБ-160/6,3

Продолжение таблицы 2.6.

Лебедка кернаприемника	Л-5
Механизм для свинчивания и развинчивания бурильных труб	РТ-1200
Дизель-электрическая установка мощностью,	ДЭУ-60.1
мощность номинальная, кВт	60
линейное напряжение, В	380
частота тока, Гц	50
Набор бурового инструмента:	
сальник алмазного бурения	СА.000
вертлюг-амортизатор	БИ 249-147.000
блок талевый однороликовый	БИ 249-137.000
Габаритные размеры в транспортном положении, длина×ширина×высота, мм, не более:	11500×2860×4000
Масса, кг, не более	20 860

2.3.1 Буровой станок

Буровая установка УКБ – 5С оснащается шпиндельным буровым станком СКБ – 51 моноблочной компоновки с продольным расположением лебедки и системой гидравлической подачи бурового инструмента. Объединяющим элементом конструкции станка на котором собраны все узлы станка служит корпус коробки передач. На корпусе установлены: вращатель, лебедка, тормоза спуска и подъёма, фланцевый электродвигатель привода станка и муфта сцепления.

Корпус коробки передач имеет в своей нижней части направляющие скользящие по верхней опорной поверхности рамы, которая крепится с помощью анкерных болтов к основанию буровой установки или какому-либо фундаменту. Технические данные станка представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Технические данные бурового станка СКБ-51

Глубина бурения номинальная, м:	
при твердосплавном бурении Ø 93 мм трубами Ø 68 мм	500
при алмазном бурении Ø 59 мм трубами Ø 54 мм	800
при алмазном бурении трубами BQ Ø 55,6 мм	840
при алмазном бурении трубами NQ Ø 69,9 мм	650
при алмазном бурении трубами HQ Ø 88,9 мм	440
Диапазон углов бурения, градусов	60...90
Длина хода подачи, м, не менее:	
за ход шпинделя	0,5
с учетом автоперехвата	3,0
Максимальное усилие подачи, кН (тс):	
вверх	80 ⁺⁸ (8,0 ^{+0,8})
вниз	60 ⁺⁶ (6,0 ^{+0,6})
Частота вращения шпинделя вращателя, об/мин	78,5; 165; 214; 261; 306; 346; 642; 832; 1016; 1347
Диаметр проходного отверстия шпинделя вращателя, мм	95
Перехват рабочей штанги	автоматический
Зажимной патрон для бурильных штанг	замкнутый с гидравлическим разжимом
Грузоподъемность лебедки на прямом канате, кН (тс):	
номинальная	25 (2,5)
максимальная	40 (4,0)
Тип применяемого каната	17-Г-1-Н- 1764 ГОСТ 3079
Скорость навивки каната на барабан, м/с	0,81; 1,3; 2,71; 3,61
Привод бурового станка	электрический
мощность электродвигателя, кВт	30

2.3.2 Буровой насос

В комплект буровой установки входит буровой насос НБ-160/6,3 предназначенный для нагнетания промывочной жидкости в скважину глубиной до 2000 метров при геологоразведочном бурении вращательным и ударно-вращательным способами.

Таблица 2.8 – Технические данные бурового насоса НБ-160/6,3

Давление на выходе наибольшее, МПа (кгс/см ²), · с плунжером ø45 мм		4,5 (45)
Давление на входе, кПа (кгс/см ²)		50
Подача, л/мин (±10%)	Скорость коробки передач	плунжер диаметром 45
	I	8
	II	10
	III	22
	IV	40
	V	65
Приводной двигатель:		4AM132M4 (N = 11 кВт; 1450об/мин)

2.3.4. Буровая мачта. Буровое здание

Буровая мачта — ферма прямоугольного сечения, сваренная из уголков, состоит из двух частей. При перевозках верхняя часть входит в нижнюю, что существенно облегчает транспортировку буровой установки. Подъем мачты и опускание производится с помощью двух гидравлических домкратов. На нижней части мачты установлен свечеприемник с откидной дугой. Мачта шарнирно связана с порталом, который в свою очередь жестко связан с рамой, на которой устанавливается все буровое и силовое оборудование. Фиксация мачты в транспортном положении осуществляется посредством резьбового соединения на передней опоре, в рабочем — пальцами, при совмещении проушин мачты и рамы. Поднятая мачта крепится растяжками.

Буровое здание представлено в виде укрытия, которое имеет два входа – в левой и задней панелях. Вход в задней панели оборудован откидным трапом. В транспортном положении трап ищется и закрывается на замок. В правой панели укрытия предусмотрен люк для охлаждения дизель электростанции в теплое время года. Для освещения в дневное время имеются четыре окна, по два с каждой стороны. Укрытие оборудовано светильниками для освещения пульта управления станка, дизель-электрической установки и шкафа управления. Крыша оборудована люками (крышками), которые обеспечивают наличие необходимых технологических проемов в укрытии. Крышка над подсвечником открывается вручную и обеспечивает постановку свечей в 64 подсвечник при спуско-подъемных операциях. Укрытие оборудовано отопительно-вентиляционной установкой ОВ – 95.

2.5. Выбор технологического бурового инструмента и технологических режимных параметров бурения

2.5.1. Выбор технологического оборудования

Если обратиться к таблице 1.3 то увидим, что разрез сложен мягкими (галечно-валунные четвертичные отложения) и средними по твердости породы (прослаивание песчаников, известняков, сланцев и алевролитов) с возможными прослоями твердых пород (минерализованные зоны и кварцевые жилы).

В настоящее время бурение снарядом ССК ведется в основном импрегнированными алмазными коронками. Их ассортимент представлен широким выбором как отечественных, так и зарубежных производителей. Главным критерием для их выбора является правильный выбор матрицы коронки и вид промывочного окна в соответствии с геологическим разрезом. Большинство производителей дают подробные рекомендации по выбору буровой коронки и технологических режимных параметров бурения ими.

За выбором технологического оборудования обратимся к одному из ведущих производителей бурового оборудования, компании BOART LONGYEAR, рисунок 2.3.

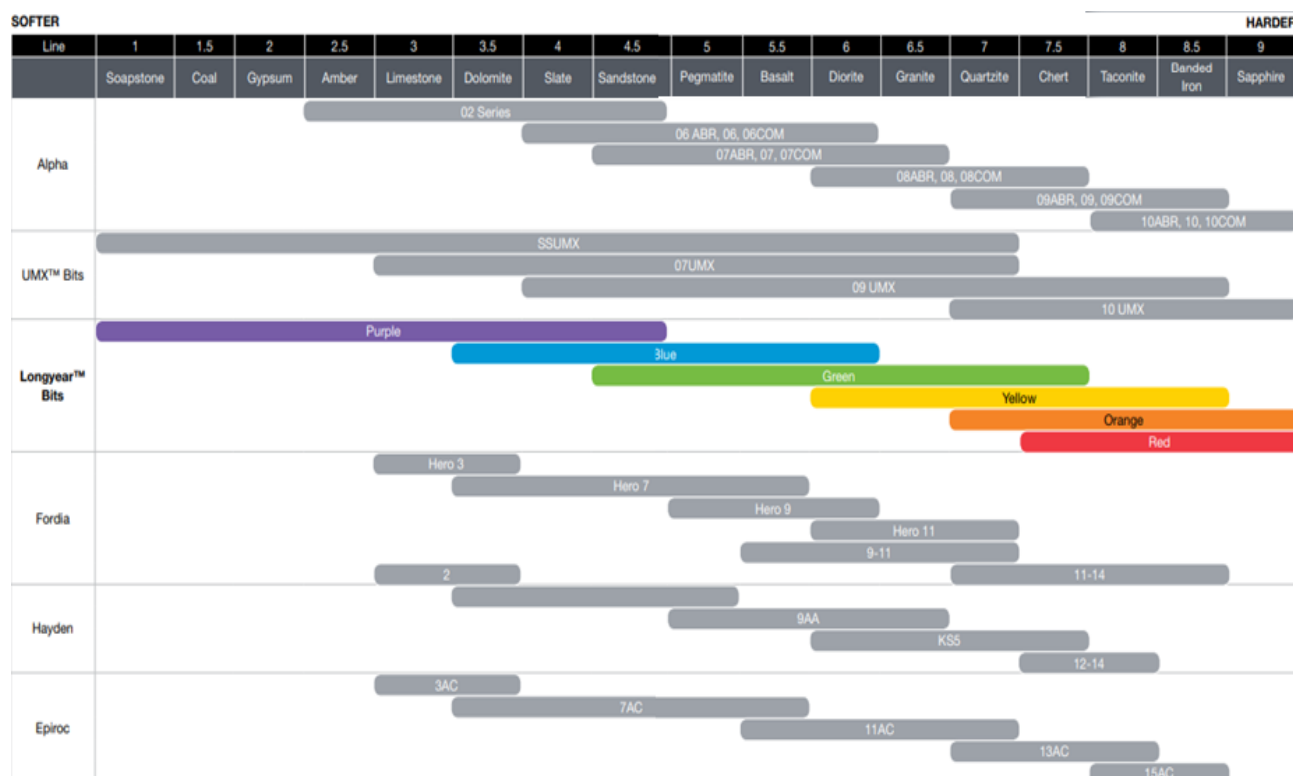


Рисунок 2.3 – Область применения буровых коронок компании BOART LONGYEAR

Так как разрез слагают постоянно переслаивающиеся породы различной твердости, то идеальным вариантом для бурения по данным породам будут коронки линейки UMX Bits. Для диаметра HQ выбираем коронку SSUMX, а для диаметра NQ коронку 07UMX. Расширители для данных диаметров будет использоваться из той же серии RSUMX.

Для стабилизации бурильной колонны будет использоваться релитовый переходник FORDIA.

2.5.2 Технологические режимные параметры бурения

При использовании импрегнированных коронок, компания BOART LONGYEAR рекомендует следующий подход, при котором механическая скорость бурения регулируется в довольно узком диапазоне для заданной

частоты вращения, а нагрузка на коронку имеет второстепенное значение. Этот метод бурения называется бурением при фиксированном значении числа оборотов на единицу глубины резания – об/см или об/дюйм. Индекс об/см (число оборотов коронки на сантиметр глубины резания) является наиболее важным показателем, который следует учитывать для обеспечения максимального срока службы и снижения расходов на коронки, а так же получения хорошей производительности. Для расчета индекса следует частоту вращения коронки разделить на механическую скорость бурения. В идеале нужно стремиться получить значение индекса в интервале 80 –100 об/см.

Таблица 2.10 – Рекомендуемая скорость бурения относительно частоты вращения

Частота вращения, об/мин	Скорость бурения, см/мин	Частота вращения, об/мин	Скорость бурения, см/мин	Частота вращения, об/мин	Скорость бурения, см/мин
300	3-4	700	7-8,5	1100	11-14
400	4-5	800	8-10	1200	12-15
500	5-6	900	9-11	1300	13-16
600	6-7,5	1000	10-12,5	1400	14-17,5

Если работа проходит в соответствии с данными указаниями, и выбранная коронка соответствует параметрам породы, бурение будет осуществляться плавно и износ коронки происходит с более или менее постоянной скоростью в течение всего срока ее службы.

Таблица 2.11 – Рекомендованные режимы бурения импрегнированными коронками BQ, NQ, HQ, PQ компании «BOART LONGYEAR»

Расход промывочной жидкости, л/мин	Частота вращения коронки, об/мин	Скорость бурения (см/мин) при индексе об/см		Давление на коронку, кгс
		80 об/см	100 об/см	
Коронка BQ				
23-30	1700	22	17	900-2300
	1000	13	10	
	700	9	7	

Продолжение таблицы 2.11

Коронка NQ				
30-38	1350	17	14	1400-2700
	800	10	8	
Коронка HQ				
38-45	1000	13	10	1800-3600
	600	8	6	
Коронка PQ				
68-87	800	10	8	2300-4500
	500	6	5	

Так как в таблице 2.11 даны общие рекомендации, уточним расход промывочной жидкости и осевую нагрузку, рассчитав их непосредственно под бурение пород на участке работ.

Осевая нагрузка G_0 на алмазную коронку рассчитывается по формуле:

$$G_0 = \alpha \cdot C_y \cdot S \quad (2.3)$$

Где G_0 – осевая нагрузка, даН;

α – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность горных пород (для монолитных, малоабразивных пород $\alpha = 1$, для трещиноватых и сильно абразивных $\alpha = 0,7 - 0,8$);

C_y – удельная нагрузка на 1 см^2 рабочей поверхности торца коронки (для пород V-VI категории по буримости 0,4 -0,5кПа, для твердых пород VIII-IX категории 0,7 кПа);

S – рабочая площадь торца алмазной коронки, см^2 :

$$S = \beta \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_H^2 - D_B^2) \quad (2.4)$$

где D_H^2 и D_B^2 – соответственно, наружный и внутренний диаметр коронки, см;

β – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет помывочных каналов (для большинства алмазных коронок $\beta = 0,8$).

Рабочая площадь торца алмазной коронки для HQ равна:

$$S = 0,8 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (9,56^2 - 6,35^2) = 32,1 \text{ см}^2$$

Для NQ:

$$S = 0,8 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (7,53^2 - 4,76^2) = 21,4 \text{ см}^2$$

Осевая нагрузка G_0 на алмазную коронку диаметра НQ равна:

$$G_0 = 0,8 \cdot 0,5 \cdot 32,1 = 1284 \text{ даН}$$

Для NQ по породам VI категории по буримости:

$$G_0 = 1 \cdot 0,5 \cdot 21,4 = 856 \text{ даН}$$

Осевая нагрузка для NQ по твердым породам VIII-IX категории:

$$G_0 = 1 \cdot 0,7 \cdot 21,4 = 1498 \text{ даН}$$

Расчет расхода промывочной жидкости вычисляем по формуле:

$$Q = k \cdot q_T \cdot D_H \quad (2.5)$$

где Q – расход промывочной жидкости, л/мин;

q_d – удельный расход ПЖ (л/мин) на 1 см наружного диаметра коронки;

k – коэффициент, абразивности и трещиноватости горных пород;

D_H – наружный диаметр коронки, см.

Для коронки диаметра НQ:

$$Q = 1,3 \cdot 12 \cdot 9,56 = 149 \text{ л/мин}$$

Для коронки диаметра NQ:

$$Q = 1 \cdot 12 \cdot 7,53 = 90,4 \text{ л/мин}$$

Так как расчетные данные расхода промывочной жидкости превышают рекомендуемые, а по осевой нагрузке меньше рекомендуемых для средних по твердости пород, то бурение будем производить, опираясь на значения рекомендованные компанией «BOART LONGYEAR» для импрегнированных коронок, таблица 2.11.

Все данные сводим в единую таблицу 2.12.

Таблица 2.12 – Сводные сведения по расчёту режимных параметров

№ п/п	Интервал, м	Порода	Тип ПРИ	Диаметр коронки, мм	Осевая нагрузка, даН		Частота, об/мин		Расход ПЖ л/мин	
					расчетный	уточненный	рекомендованная	уточненный	расчетный	уточненный
1	0-5	Галечно-валунные отложения	HQ	95,6	1284	1800	600-1000	642; 832	149,1	40
2	5-475	Часто переслаивающиеся песчаник, известняки, сланцы и алевролиты с пропласками кварца и минерализованными зонами	NQ	75,3	856; 1496	1400-1500	800-1350	832; 1016; 1347	90,4	

2.6 Проверочные расчеты мощности привода бурового станка, привода бурового насоса, буровой мачты и бурильных труб

2.6.1 Определение затрат мощности для привода силовой кинематики станка

Суммарная мощность определяется по формуле:

$$N_6 = N_{ст} + N_{тр} + N_{рз}, \text{ кВт}, \quad (2.6)$$

где N_6 – суммарная мощность, кВт;

$N_{ст}$ – затраты мощности для привода бурового станка, кВт;

$N_{тр}$ – мощность на вращение буровой колонны, кВт;

$N_{рз}$ – мощность на разрушение забоя, кВт.

Затраты мощности для привода самой силовой кинематики станка $N_{ст}$ (в кВт) находится как:

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot n), \quad (2.7)$$

где: $N_{дв}$ – номинальная мощность привода двигателя (станка), кВт;

n – частота оборотов шпинделя, об/мин.

$$N_{\text{ст}} = 30 \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot 1347) = 7,1 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{тр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \{ (1,6 \cdot 10^{-8}) (1 + 0,6 \cdot i) [(0,9 + 0,02\delta) / (1 + 0,013\delta)] \cdot [D/(E)]^{0,16} \cdot n^{1,85} \cdot L^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin \theta_{\text{ср}}) + 2 \cdot 10^{-7} \delta n G_{\text{ос}} \}, \text{ кВт,} \quad (2.8)$$

где: $L_{\text{скв}}$ – глубина скважины в метрах;

$K_1 = 0,6$ – при применении эмульсионного раствора;

$K_2 = 1$ – при нормальном геологическом разрезе;

$K_3 = 1$ – для ниппельного соединения бурильных труб;

$K_4 = 1,1$ – для бурильных труб с соединением труба в трубу (кривизна 0,9 мм на 1 м);

$K_5 = 1$ – для стальных бурильных труб;

$E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см² – модуль продольной упругости для стали;

δ – зазор (в мм) между стенками скважины и бурильными трубами;

n – частота оборотов бурильного вала, об/мин;

J – экваториальный момент инерции бурильных труб, см⁴

$\theta_{\text{ср}}$ – средний зенитный угол скважины, град.;

D – диаметр скважины, мм;

$G_{\text{ос}}$ – осевая нагрузка, даН;

Зазор между стенками скважины и бурильными трубами (в мм) равен:

$$\delta = 0,5 \cdot (D - d_{\text{н}}) \quad (2.9)$$

где D – наружный диаметр коронки, мм;

$d_{\text{н}}$ – наружный диаметр бурильной трубы, мм.

$$\delta = 0,5 \cdot (75,3 - 69,9) = 2,7 \text{ мм}$$

Средний зенитный угол скважины при неизменной интенсивности искривления по глубине скважины может быть определен по формуле:

$$\theta_{\text{ср}} = \theta_0 + 0,005 \cdot i \cdot (L_{\text{скв}} - L_1) \quad (2.10)$$

где L_1 – длина начального прямолинейного (обсаженного) участка, м.

$$\theta_{\text{ср}} = 29 + 0,005 \cdot 0 \cdot 470 = 29$$

Экваториальный момент инерции бурильных труб рассчитывается по формуле:

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (d_H^4 - d_B^4) = \frac{3,14}{64} \cdot (6,99^4 - 6,03^4) = 52,3 \text{ см}^4 \quad (2.11)$$

где d_H – наружный диаметр БТ, см;

d_B – внутренний диаметр БТ, см

$$N_{\text{тр}} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot \{ (1,6 \cdot 10^{-8}) (1 + 0,6 \cdot 0) [(0,9 + 0,02 \cdot 2,7) / 1 + 0,013 \cdot 2,7] \cdot [75,7 / (2 \cdot 10^6 \cdot 52,3)^{0,16}] \cdot 1347^{1,85} \cdot 475^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin 29) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,7 \cdot 1400 \cdot 1347 \} = 4,7 \text{ кВт}$$

При бурении алмазными и твердосплавными коронками горных пород забойная мощность N_3 (в кВт) определяется по формуле:

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot (\mu_0 + 16,7 \cdot \text{ГП} \cdot \frac{V_{\text{мех}}}{n}) \cdot (D_H + D_B) \cdot G_{\text{ос}} \cdot n \quad (2.12)$$

где: μ_0 – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о горную породу;

ГП – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства горных пород и характер разрушения;

$V_{\text{мех}}$ – механическая скорость бурения, м/ч

D_H и D_B – наружный и внутренний диаметры коронки, мм;

$G_{\text{ос}}$ – осевая нагрузка, даН

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot \left(0,1 + 16,7 \cdot 5 \cdot \frac{1,5}{1347} \right) \cdot (75,3 - 47,6) \cdot 1400 \cdot 1347 = 11,9 \text{ кВт}$$

$$N_6 = 7,1 + 4,7 + 11,9 = 23,7 \text{ кВт.}$$

Мощность двигателя, выбранного бурового агрегата равна 30 кВт, что достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

2.6.2 Проверочный расчет бурильных труб при нормальном процессе бурения

Определение запаса прочности бурильных труб в любом сечении сжатой части колонны

Запас прочности бурильных труб для любого сечения сжатой части определяется по формуле:

$$n_{\text{сж}} = \frac{[\sigma_m]}{\sigma_c} \geq 1,7, \quad (2.13)$$

где $n_{сж}$ – запас прочности сжатой части;

σ_m – предел прочности материала бурильных труб, кгс/см²;

σ_c – суммарное напряжение от сил сжатия, изгиба и кручения.

Для ССК $\sigma_m=5800$

Суммарное напряжение от сил сжатия, изгиба и кручения находим по формуле:

$$\sigma_c = \sqrt{(\sigma_{сж} + \sigma_{изг})^2 + 4\tau_{кр}^2}, \quad (2.14)$$

Где $\sigma_{сж}$ – напряжение сжатия, кгс/см;

$\sigma_{изг}$ – напряжение изгиба, кгс/см²;

$\tau_{кр}$ – напряжение кручения, кгс/см².

$$\sigma_{сж} = \frac{\varphi \cdot P_{сж}}{F}, \quad (2.15)$$

где φ – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения трубы, в месте нарезки трубы (для труб муфта-замкового соединения $\varphi=1$, для труб ниппельного $\varphi=1,2$);

$P_{сж}$ – усилие сжатия в рассматриваемом сечении, кгс ($P_{сж}=G_{ос}$);

F – сечение бурильной трубы, см²;

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (d_n^2 - d_b^2), \quad (2.16)$$

где d_n и d_b наружный и внутренний диаметры бурильных труб, см.

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (6,99^2 - 6,03^2) = 9,8 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{сж} = \frac{1,2 \cdot 1400}{9,8} = 171,4 \text{ кгс/см}^2$$

Находим напряжение изгиба:

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 E J f}{l^2 W_{изг}}, \quad (2.17)$$

где E – модуль продольной упругости бурильных труб ($E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см²);

J – экваториальный момент инерции сечения бурильных труб, см⁴;

f – стрела прогиба труб в рассматриваемом сечении, см;

$W_{изг}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе, см³;

l – длина полуволны прогиба бурильных труб, см.

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (d_H^4 - d_B^4), \quad (2.18)$$

где d_H и d_B – наружный и внутренний диаметры бурильных труб в см.

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (6,99^4 - 6,03^4) = 52,3 \text{ см}^4.$$

$$f = 0,5 \cdot (D - d_H), \quad (2.19)$$

где D – диаметр скважины, см;

d_H – наружный диаметр бурильных труб, см.

$$f = 0,5 \cdot (7,57 - 6,99) = 0,29 \text{ см.}$$

$$W_{изг} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d_H^4 - d_B^4)}{d_H}, \quad (2.20)$$

$$W_{изг} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(6,99^4 - 6,03^4)}{6,99} = 14,96 \text{ см}^3.$$

$$l = \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{-0,5 \cdot z + \sqrt{0,25 \cdot z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}}, \quad (2.21)$$

где ω – угловая скорость вращения, с⁻¹;

z – длина участка колонны от рассматриваемого сечения до нулевого, м

q – средняя масса 1 м бурильных труб, кг;

$g = 9,82 \text{ м/с}^{-1}$ – ускорение силы тяжести.

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad (2.22)$$

где n – частота вращения бурильных труб, мин⁻¹.

$$\omega = \pi \cdot 1347 / 30 = 141 \text{ с}^{-1};$$

$$Z = \frac{G_{ос}}{q(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}})}, \quad (2.23)$$

где $G_{ос}$ – осевая нагрузка, кгс;

$\gamma_{ж}$ и $\gamma_{м}$ – удельный вес промывочной жидкости ($=1,1 \text{ г/см}^3$) и стали ($=7,85 \text{ г/см}^3$);

q – средняя масса 1 м бурильных труб.

$$z = \frac{1400}{8 \cdot (1 - \frac{1,1}{7,85})} = 203,5 \text{ м.}$$

$$l = \frac{10}{141} * \sqrt{-0,5 * 203,5 + \sqrt{0,25 * 203,5^2 + \frac{2 * 10^6 * 52,3 * 141^2}{10^3 * 8 * 9,82}}} = 5 \text{ м.}$$

У ССК длина трубы в сборе равна 3 м. Так как расчетные длины полуволны прогиба больше длин труб, то, (согласно рекомендации Г.М. Саркисова), приравниваем значение длины полуволны прогиба длине труб.

Зная все необходимые значения для расчета напряжения изгиба рассчитываем ее по формуле 14.

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 E J f}{l^2 W_{\text{изг}}} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 52,3 \cdot 0,29}{300^2 \cdot 14,96} = 222,4 \text{ кгс/см}^2$$

Расчет напряжения кручения изгиба кгс/см²:

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}}, \quad (2.24)$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент на вращение, кгс*см;

$W_{\text{кр}}$ – полярный момент сопротивления сечения при кручении, см³.

$$M_{\text{кр}} = 94700 \cdot \frac{N}{n}, \quad (2.25)$$

где $N = 1,5 \cdot N_{\text{рз}} = 11,9 \cdot 1,5 = 17,85 \text{ кВт}$

$$M_{\text{кр}} = 94700 \cdot \frac{17,85}{1347} = 1254,9 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$W_{\text{кр}} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{(d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4)}{d_{\text{н}}} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{(6,99^4 - 6,03^4)}{6,99} = 29,9 \text{ см}^3 \quad (2.26)$$

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{1254,9}{29,9} = 41,9 \text{ кгс/см}^2$$

Зная значения всех элементов формулы 2.14, находим суммарное напряжение от сил сжатия, изгиба и кручения:

$$\sigma_c = \sqrt{(171,4 + 222,4)^2 + 4 \cdot 41,9^2} = 402,6 \text{ кгс/см}^2$$

Далее подставляем найденные значения в формулу 10 и находим $n_{\text{сж}}$:

$$n_{\text{сж}} = \frac{5800}{402,6} = 14,4 \geq 1,7,$$

Отсюда следует, что запас прочности бурильных труб удовлетворяет данным требованиям.

Определение запаса прочности бурильных труб в любом сечении растянутой части колонны.

Запас прочности бурильных труб для любого сечения растянутой части определяется по формуле:

$$n_p = \frac{[\sigma_m]}{\sigma_{\Sigma p}} \geq 1.4, \quad (2.27)$$

где $\sigma_{\Sigma p}$ – суммарное напряжение, кгс/см², по третьей теории прочности.

$$\sigma_{\Sigma p} = \sqrt{(\sigma_p + \sigma_{изг})^2 + 4\tau_{кр}^2} \leq [\sigma_m], \quad (2.28)$$

где σ_p – напряжение растяжения, кгс/см²;

$\sigma_{изг}$ – напряжение изгиба находим по формуле 2.17, с поправкой на то, что значение l рассчитывается по формуле 2.21, со знаком + в подкоренном выражении ($0.5 \cdot z$).

$$l = \frac{10}{141} \cdot \sqrt{0.5 \cdot 203,5 + \sqrt{0.25 \cdot 203,5^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 52,3 \cdot 141^2}{10^3 \cdot 8 \cdot 9,82}}} = 5,14$$

Так как расчетные длины полуволны прогиба больше длин труб, то, (согласно рекомендации Г.М. Саркисова), приравниваем значение длины полуволны прогиба длине труб $l=3$ м. Соответственно $\sigma_{изг}$ не изменится.

$$\sigma_p = \frac{\varphi \cdot P_p}{F}, \quad (2.29)$$

где P_p – усилие растяжения, кгс (находится по формуле 27);

$$P_p = q \cdot z \cdot \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cdot (\cos \theta_{ср.з} - f_{тр} \cdot \sin \theta_{ср.з}), \quad (2.30)$$

где $\theta_{ср.з}$ – средний зенитный угол участка z ,

z – рассматриваемый участок, м.

$$P_p = 8 \cdot 475 \cdot (1 - 1,1 / 7,85) \cdot (0,342 - 0,5 \cdot 0,484) = 326,75 \text{ кгс}$$

$$\sigma_{\Sigma p} = \sqrt{(326,75 + 222,4)^2 + 4 \cdot 41,9^2} = 555,5 \text{ кгс/см}^2$$

$$n_p = \frac{5800}{555,5} = 10,4 \geq 1,4.$$

Как видно из расчетов, запас прочности бурильных труб удовлетворяет требованиям.

Определение запаса прочности бурильных труб в нулевом сечении

Запас прочности бурильных труб в нулевом сечении определяется по формуле:

$$n_0 = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \geq 1,3, \quad (2.31)$$

где n_σ и n_τ – запас прочности по нормальным и касательным напряжениям, соответственно.

$$n_\sigma = \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma_{изг} \cdot K_y} \geq 1,3, \quad (2.32)$$

где $[\sigma_{-1}]$ – предел выносливости материала бурильных труб при изгибе с симметричным циклом, кгс/см²; $[\sigma_{-1}] = 0,41[\sigma_m]$;

K_y – коэффициент ударного характера нагрузки, $K_y = 1,5$;

$\sigma_{изг}$ определяется по формуле (18).

Для нулевого сечения $z=0$ формула для нахождения длины полуволны l (в м) запишется:

$$l = \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt[4]{\frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}} = \frac{10}{141} \cdot \sqrt[4]{\frac{2 \cdot 10^6 \cdot 52,3 \cdot 141^2}{10^3 \cdot 8 \cdot 9,82}} = 5,08 \text{ м} \quad (2.33)$$

Так как длины полуволны труб больше длины самих труб, то, (согласно рекомендации Г.М. Саркисова), приравниваем значение длины полуволны прогиба длине труб.

$$n_\sigma = 5800 \cdot 0,41 / (222,4 \cdot 1,5) = 7,1$$

Запас прочности n_τ определяется по формуле:

$$n_\tau = \frac{[\tau]}{\tau_{кр}}, \quad (2.34)$$

где $[\tau]$ – допустимое напряжение при кручении, кгс/см² (табличное значение $[\tau] = 2900$);

$\tau_{кр}$ – напряжение кручения, определяется с использованием формул (24) – (26).

$$n_{\tau} = 2900/41,9 = 69,2$$

$$n_0 = \frac{7,1 \cdot 69,2}{\sqrt{7,1^2 + 69,2^2}} = 7,06 \geq 1,3$$

Как видно из расчетов, запас прочности буровых труб удовлетворяет требованиям.

2.6.3 Проверочный расчет мощности привода бурового насоса

Необходимая мощность электродвигателя для привода насоса N_H (кВт) определяется по формуле:

$$N_H = \frac{10 \cdot Q \cdot H}{102 \cdot \eta}, \quad (38)$$

где Q – производительность насоса, л/с;

H – давление на выкиде насоса, кгс/см²;

η – КПД насоса ($\eta=0,8-0,75$).

Давление на выкиде насоса определяется по формуле:

$$H = \frac{(L + 1500) \cdot v_{тж}}{2g} \cdot \left(\frac{\lambda_{тр}}{d_{тр}} + \frac{\xi}{l} \right)$$

где $d_{тр}$ – внутренний диаметр буровых труб, м;

L – длина трубопровода, м;

l – длина буровой трубы, м;

ξ – коэффициент местных сопротивлений;

$v_{тж}$ – скорость течения жидкости, л/мин;

$d_{тр}$ – коэффициент гидравлических сопротивлений;

$\lambda_{тр}$ – коэффициент гидравлических сопротивлений.

Скорость течения жидкости $v_{тж}$ рассчитывается по формуле:

$$v_{тж} = 2,1 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{Q}{d_{тр}^2}$$

где Q – расчетная подача бурового насоса, л/с.

$$v_{\text{тж}} = 2,1 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{40}{0,0603^2 \cdot 60} = 0,00385 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 0,231 \text{ л/мин}$$

Коэффициент гидравлических сопротивлений $\lambda_{\text{тр}}$ зависит от режима течения жидкости Re . Этот коэффициент можно определить по формуле:

$$Re = \frac{v_{\text{тж}} \cdot d_{\text{тр}}}{\gamma},$$

где γ – кинематическая вязкость жидкости (для воды $\gamma = 1,01 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$).

$$Re = \frac{0,00385 \cdot 0,0603}{1,01 \cdot 10^{-6}} = 229,8.$$

Коэффициент $\lambda_{\text{тр}}$ рассчитывается по формуле Альшуля:

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \cdot \left(\frac{10^{-4}}{d_{\text{тр}}} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25},$$

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \cdot \left(\frac{10^{-4}}{0,0603} + \frac{68}{229,8} \right)^{0,25} = 0,081$$

Коэффициент местных сопротивлений ξ не учитывается, так как при соединении труба в трубу внутренняя стенка буровой колонны гладкоствольная и не имеет зазоров, уменьшений или увеличения диаметра в месте соединения труб.

$$H = \frac{(475 + 1500) \cdot 0,231}{2 \cdot 9,8} \cdot \frac{0,081}{0,0603} = 33,58 \text{ кгс/см}^2$$

$$N_{\text{н}} = \frac{10 \cdot 40 \cdot 33,58}{102 \cdot 0,8 \cdot 60} = 2,7 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя насоса по техническим характеристикам равна 11 кВт, чего достаточно для проведения работ.

2.6.4 Расчет и выбор талевой системы и каната

Схема талевой системы определяется числом рабочих ветвей и местом закрепления второго конца каната.

Число рабочих ветвей талевой системы определяется по формуле:

$$m = \frac{Q_{\text{кр}}}{P_{\text{лн}} \cdot \eta}, \quad (39)$$

где $Q_{кр}$ – нагрузка на крюк при подъеме колонны с конечной глубины в период разгона с учетом прихвата снаряда, кгс;

$P_{лн}$ – номинальное тяговое усилие лебедки при минимальной скорости навивки каната на барабан, кгс $P_{лн}=2549,29$ кгс (25 кН);

η – КПД талевой системы (зависит от числа ветвей $\eta = 0,95$).

Нагрузка на крюк определяется по формуле:

$$Q_{кр} = \left[\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot q \cdot L_{скв} \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}} \right) \cdot (\cos \theta_{ср} - f_{тр} \cdot \sin \theta_{ср}) + G \right] \cdot a, \quad (40)$$

где $\theta_{ср}$ – средний зенитный угол участка;

q – средняя масса 1 м бурильных труб с учетом высадки концов, кг, тогда ($\alpha_1=1$);

$f_{тр}$ – коэффициент трения ($f_{тр} = 0,5$);

G – вес подвижной части талевой системы, кгс;

α_2 – коэффициент, учитывающий дополнительные сопротивления ($\alpha_2 = 1,25$);

G – вес подвижной части талевой системы, кгс;

$a = \left(1 + \frac{V_{кр1}}{gt} \right)$ – коэффициент динамических нагрузок ($V_{кр1}$ – равномерная скорость подъема крюка (м/с) на первой скорости коробки перемены передач станка;

t – время разгона буровой колонны (1-2 с);

$V_{кр1}$ – максимально допустимая скорость подъема (при длине свечи более 4,7м $V_{кр1} = 2$)

G = блок талевый однораликовый БИ 249-137.000 (143 кг) + вертлюг-амортизатор БИ 249-147.000 (51,5 кг)=194,5кг

$$a = \left(1 + \frac{V_{кр1}}{gt} \right) = \left(1 + \frac{2}{9,8 \cdot 1,5} \right) = 1,13$$

$$Q_{кр} = \left[1 \cdot 1,25 \cdot 8 \cdot 475 \left(1 - \frac{1,1}{7,85} \right) \cdot (0,874 - 0,5 \cdot 0,485) + 194,5 \right] \cdot 1,13 = 3134 \text{ кгс}$$

$Q_{кр} = 3134$ (3,1 тс) при допустимых 8 тс.

$$m = \frac{3134}{2549,3 \cdot 0,95} = 1,3, \text{ при } P_{лн} - \text{номинальном тяговом усилии лебедки};$$

$$m = \frac{3134}{4078,86 \cdot 0,95} = 0,8, \text{ при } P_{лн} - \text{максимальном тяговом усилии лебедки}.$$

Принимаем число рабочих ветвей равным $m=1$, схема талевой системы ТС 0х1.

Тип применяемого каната - стандартный канат, входящего в комплект СКБ 5115 - канат 17-Г-1-Н-1770 ГОСТ 3079-80 или другой равноценный.

Канат стальной ГОСТ 3079-80 производится только одного типа – ТЛК-О, с конструкционной схемой $6 \times 37 (1+6+15+15)+1$ ОС (органический сердечник). Проверим данный канат на прочность:

$$P_p \geq 2,5 \cdot P_{л\max}, \quad (42)$$

где P_p – разрывное усилие каната, (14200 кгс для данного каната);

2,5 – коэффициент запаса прочности;

$P_{л\max}$ – максимальное усилие развиваемое лебедкой.

$$P_p \geq 2,5 \cdot 4078,86 = 10197,15 \text{ кгс}$$

$P_p \geq 10197,15$ кгс, стандартный канат подходит.

2.7. Контрольно-измерительная технологическая аппаратура

В комплектацию буровой установки УКБ-5С входит комплексная аппаратура КУРС-411.

Аппаратура КУРС-411 позволяет вести визуальный контроль расхода и давления промывочной жидкости, механической скорости бурения, контроль и регистрацию усилия на крюке и осевой нагрузки; обеспечивает световую и звуковую сигнализацию при аварийном уменьшении расхода промывочной жидкости.

Для предупреждения возможности переподъема элеватора и затягивания его в кронблок установка снабжена выключателем ограничения подъема.

С целью безопасности подъема мачты в районах расположения линий электропередачи в установке применен автоматический сигнализатор опасного напряжения УАС-1, включающий звуковую сигнализацию и отключающий двигатель маслонасоса гидросистемы при приближении мачты на расстояние 1 м к линии электропередачи.

2.8 Промывочная жидкость

Так как бурение будет проводиться в монолитных устойчивых скальных породах, то в качестве промывочной жидкости будет использоваться техническая вода. Учитывая, что с водоснабжением нет проблем, а глубина скважин колеблется от 40-50 метров до 475, бурение будет производиться без сбора и повторной очистки промывочной жидкости на выброс. Это значительно облегчит перевозки оборудования от скважины к скважине и сократит время на его монтаж. Хранение технической воды предусматривается в емкости объемом 5 м^3 . Учитывая, что расход промывочной жидкости будет составлять 40 л/мин, данного запаса воды хватит на 2 часа непрерывного бурения. Этого времени достаточно, чтобы водовозка подвезла воду снова.

Так как температура многолетнемерзлых пород $-1,5-2,0^\circ$, то при длительной остановке циркуляции воды в скважине во избежание ее замерзания предусматривается добавление соли NaCl в размере 4% по массе. Определение количества поваренной соли для приготовления солевых водных растворов различной концентрации можно произвести по формуле:

$$P_c = \frac{n \cdot Q_v}{100 - n},$$

где n – концентрация соли, %;

Q_v – вес воды, кг;

P_c – вес соли, кг.

Для 5 м^3 воды вес добавляемой соли составит:

$$P_c = \frac{4 \cdot 5000}{100 - 4} = 208 \text{ кг}$$

Так как это довольно большой вес, в целях экономии рассчитаем приблизительный объем скважины. Для начала следует найти площадь кольцевого пространства S_6 занятого бурильными трубами:

$$S_6 = \pi \cdot (R^2 - r^2),$$

где S_6 – площадь кольцевого пространства, см^2 ;

R – наружный радиус бурильных труб, см;

r – внутренний радиус труб, см.

$$S_6 = 3,14 \cdot (3,495^2 - 3,015^2) = 9,8 \text{ см}^2$$

Площадь, занятая водой $S_в$, находится по формуле:

$$S_в = \pi \cdot R_{скв}^2 - S_6,$$

где $S_в$ – площадь, занятая водой, см²;

$R_{скв}$ – радиус скважины, см.

$$S_в = 3,14 \cdot 3,785^2 - 9,8 = 35,2 \text{ см}^2 = 0,00352 \text{ м}^2$$

Объём воды V в скважине находим по формуле:

$$V = S_в \cdot L_{скв} = 0,00352 \cdot 475 = 1,672 \approx 2 \text{ м}^3$$

Тогда требуемый вес соли составит:

$$P_c = \frac{4 \cdot 2000}{100 - 4} = 83 \text{ кг}$$

2.9 Спускоподъёмные операции

2.9.1 Спуск и подъем бурильных колонн ССК

Спуско-подъем снарядов ССК, состоящих из гладкоствольных свечей, не имеющих прорезей для ведущих и подкладных вилок и соединяющихся труба в трубу отличается от спуско-подъема снарядов для обычного колонкового бурения. Обычно колонна удерживается клиновым трубодержателем, свинчивание – развинчивание свечей производится вручную при помощи гладкозахватных ключей. Для спуско-подъема применяются специальные резьбовые наголовники с эксцентриковыми фиксаторами.

Ручное свинчивание значительно усложняет процесс спуско-подъёма, поэтому для облегчения этой задачи будем использовать приспособление для развинчивания труб (ПРТ) производства компании ЭЗТАБ. Данное приспособление адаптировано под зарубежный снаряд ССК. Технические характеристики представлены в таблице 2.13. Для проведения работ потребуется ПРТ для снаряда NQ под трубы диаметром 69,9 мм, в каталоге он числится как ПРТ 000-03.

Комплект ПРТ используется совместно с механизмом РТ-1200М, рисунок 2.4.

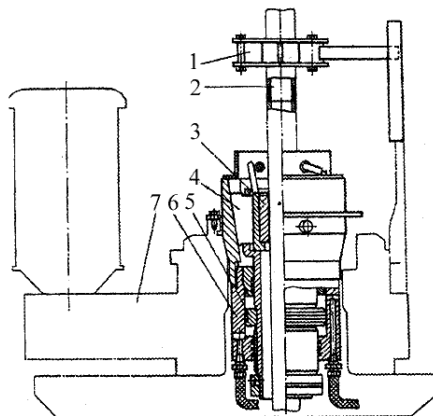


Рисунок 2.4– Приспособление ПРТ для свинчивания - развинчивания гладкоствольных бурильных труб ССК

1 - ключ для свинчивания труб; 2 - ключ для развинчивания труб, 3 - плашки; 4 - клинья; 5 - поршень; 6 - цилиндр; 7 - механизм РТ–1200М.

В комплект входят: гидравлический клиновый трубодержатель, ключ для свинчивания бурильных свечей и ключ для развинчивания свечей. Трубодержатель цилиндрической формы вставляется внутрь механизма РТ–1200М и подсоединяется рукавами к напорной и сливной магистралям гидросистемы бурового станка. Поршень в цилиндре трубодержателя связан с клиновыми плашками, которые при своем движении зажимают или разжимают бурильную трубу. Управление выполняется переключением золотника, располагаемого на пульте бурового станка. Ключ, закрепляемый вручную на трубе, приводится во вращение водилом труборазворота РТ–1200М.

Таблица 2.13–Техническая характеристика ПРТ

Наружный диаметр бурильных труб ССК, мм	55,6; 69,9; 88,9
Грузоподъемность при удержании колонны, кН	125
Удерживаемый крутящий момент трубодержателя, кН · м	3,5
Давление рабочей жидкости в гидроцилиндре, МПа	5
Габаритные размеры трубодержателя, мм	250x450
Масса, кг	75

Для проведения подъёма установки свеч в подсвечник требуется полуавтоматический элеватор, так как конструкцией буровой установки не предусмотрено площадки для верхового рабочего. Для данных целей подойдет полуавтоматический элеватор ЭН2-20, работающий в комплекте со специальными резьбовыми наголовниками. Например, с наголовниками производства компании ЭЗТАБ. Данные о них приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Наголовники ССК компании ЭЗТАБ

Обозначение наголовника	Наружный диаметр наголовника, мм	Максимальная грузоподъёмность наголовника, кН(тс)	Масса, кг
H-ZBR;H-ZB	97	125(12,5)	3,6
H-ZNR;H-ZN	97 или 110	200(20)	4,3
H-ZHR;H-ZH			5,2

Выбираем наголовники H-ZN и H-ZH с наружным диаметром 110мм, под проходное отверстие элеватора ЭН2 – 20.

Принцип действия комплекта состоит в следующем. Перед подъемом снаряда из скважины на бурильный замок верхней свечи с помощью трубоизворота РТ – 1200 навинчивают наголовник.

На свечу под опорный бурт наголовника надевают элеватор с отсоединенной осью с роликом. Свечу поднимают из скважины и отвинчивают. При установке ее на подсвечник опускающийся вниз элеватор набегает отражателем серьги на наголовник, отклоняется от свечи и независимо от нее движется к устью скважины.

Перед спуском снаряда в скважину к шкворню элеватора подсоединяют ось с роликом. На нижний конец свечи, подлежащей спуску, надевают элеватор, защелкой фиксируют ось в рабочем положении, перекрывая при этом зев корпуса, и поднимают элеватор вверх по свече до подхвата последней за наголовник. После спуска свечи в скважину и её фиксации в ПТР снимают сначала элеватор, а потом наголовник.

Все операции по спуску и подъему колонны труб выполняет буровая вахта в составе двух человек — бурильщика и его помощника.

На гладкоствольной бурильной колонне плохо видны стыки труб, особенно при применении антивибрационных смазок. Поэтому в процессе подъема необходимо внимательно следить за колонной и ориентироваться по высоте поднятой свечи. Подъем ведут до тех пор, пока стык труб не окажется на высоте 100 – 150 мм выше трубодержателя. Затем закрепляют колонну в трубодержателе и отвинчивают свечу гладкозахватным ключом. Отвинченная свеча устанавливается в подсвечник на специальный подпятник.

При развинчивании резьбовых соединений запрещается обстукивать молотком муфтовые концы труб. Гладкозахватные ключи надежно захватывают бурильные трубы с сухой и чистой поверхностью, поэтому участок трубы, за который производится захват ключом, рекомендуется очищать от смазки и шлама.

При свинчивании свечу следует центрировать по оси снаряда, удерживаемого трубодержателем. Сохранности резьбовых соединений при спуско-подъемных операциях способствует использование вертлюгов-амортизаторов для свечей бурильных труб.

2.9.2 Технология спуско-подъёма съёмного керноприемника

Съемный керноприемник извлекают из скважины после заполнения керноприемной трубы керном или в случае самозаклинивания керна. При бурении надо точно знать замер ведущей трубы, при котором керноприемник полностью заполнится керном.

Для срыва керна необходимо медленно без вращения приподнять буровой снаряд от забоя. Затем буровой снаряд поднимают до появления соединения ведущей трубы с бурильной колонной и захватывают колонну трубодержателем; производят отвинчивание ведущей трубы и отводят станок от устья скважины.

Навинчивают на бурильную трубу патрубок с боковым отверстием для слива поднимающейся при подъеме керноприемника жидкости, после чего заводят овершот в патрубок и начинают его спуск.

Помощник бурильщика подносит ловитель к устью скважины и направляет внутрь вскрытой колонны бурильных труб. Бурильщик начинает спускать ловитель вниз, регулируя скорость спуска тормозом во избежание нарушения синхронного движения ловителя и каната. Превышение скорости сматывания каната с разогнавшегося барабана лебедки скорости движения ловителя в скважине внутри колонны бурильных труб приводит к образованию скруток с последующим расслоением прядей каната. Выключение тормоза производится подачей его рукоятки «от себя», включение «на себя».

Момент дохождения и захвата ловителем керноприемника контролируется по указателю глубины лебедки Л – 5 и может отсекается также звуком глухого удара, который хорошо слышен при глубинах скважины до 1000 м и более. Дохождение ловителя, кроме того, определяется началом прослабления спускаемого каната.

При подъеме керноприемника бурильщик нажатием кнопки включает двигатель лебедки и начинает плавно включать фрикцион с одновременным выключением тормоза. Барабан начинает вращаться, навивая поднимаемый канат.

Извлечение керна производится в вертикальном положении керноприемника. Керноприемник устанавливают таким образом, чтобы его нижний конец располагался на высоте 10 – 20 см от пола буровой, отвинчивают корпус кернорвателя. Извлекаемый керн при необходимости раскалывают молотком на куски.

Убедиться в полном извлечении керна можно на слух при легком постукивании молотком по керноприемной трубе. После этого внешним осмотром проверяют состояние корпуса кернорвателя, рвательного и стопорного колец, проверяют надежность заклинивания керна. Для этого берут

кусок керна, полученного при последнем подъеме керноприемника, и вставляют его в кернорейтер. КERN должен свободно проталкиваться усилием руки при движении вверх и заклиниваться при движении вниз. После проверки кернорейтер навинчивают на керноприемную трубу. Керноприемник готов к очередному спуску.

Перед спуском керноприемник приподнимают лебедкой, заводят внутрь колонны бурильных труб, приспускают, снимают предохранительную стробцину, сжимают верхние концы захватов овершота, освобождая, таким образом, керноприемник, и отпускают керноприемник, позволяя ему свободно спускаться вниз под действием собственного веса. Ловитель оставляют в подвешенном состоянии, зацепив у стены бурового здания или у ограждения лебедки.

2.10 Предупреждение и ликвидация аварий

2.10.1 Предупреждение аварий

Во избежание аварий с бурильными трубами необходимо:

- 1) во время каждого подъема систематически осматривать бурильную колонну и своевременно выбраковывать ее части, имеющие дефекты или чрезмерный износ;
- 2) учитывать продолжительность работы труб, не включать в колонну трубы различного качества;
- 3) правильно отрабатывать бурильные трубы в процессе бурения, чтобы износ был равномерным по всей длине колонны;
- 4) следить за состоянием резьбовых соединений, трубы свинчивать до отказа, смазывать резьбу графитовой смазкой;
- 5) принадлежности для спускоподъемных операций содержать в постоянной исправности.

Для предупреждения прихватов бурового снаряда в скважине шламом или кусками породы:

1) не оставлять его на забое без подачи промывочной жидкости в скважину;

2) при внезапном прекращении циркуляции промывочной жидкости приподнимать снаряд над забоем на 1,5 – 3 м;

3) применять промывочную жидкость, качество которой соответствует характеру буримых пород;

4) содержать в чистоте забой скважины.

Для предупреждения разрушения алмазсодержащей матрицы коронок необходимо:

1) Соблюдать оптимальные осевые нагрузки на породоразрушающий инструмент;

2) тщательно осматривать алмазную коронку перед каждым спуском ее в скважину, отбраковывать коронку при наличии в матрице значительных трещин, глубоких размывов, следов начавшегося разрушения матрицы или корпуса;

3) включать в состав снаряда алмазный калибровочный расширитель;

4) принимать меры по предупреждению вибрации снаряда;

5) при бурении по сильнотрещиноватым и разрушенным породам снижать осевую нагрузку на коронку и частоту вращения снаряда.

Для предупреждения прижога коронки, т. е. спекания ее с горной породой на забое, необходимо следить за работой промывочного насоса, контролировать количество закачиваемой в скважину жидкости, а также исключить возможность ее потерь при движении по бурильной колонне. Резьбовые соединения бурильной колонны должны быть герметичными, для чего следует применять уплотнительную смазку. С повышением давления промывочной жидкости нужно снижать осевую нагрузку на коронку. При подклинивании керна необходимо прекратить бурение и поднять снаряд на поверхность.

Падение в скважину мелких инструментов и посторонних предметов можно не допускать, закрывая во время бурения устье скважины металлическим диском с отверстием для бурильной трубы, а после извлечения снаряда из скважины — деревянной пробкой.

Для предупреждения обрыва канатов следует:

- 1) осуществлять за ними надлежащий уход;
- 2) следить за их правильной укладкой на барабанах лебедок;
- 3) не допускать их перегрузки.

2.10.2 Ликвидация аварий

Обрыв бурильных труб

Обрыв бурильных труб может быть замечен по следующим признакам:

- 1) облегчается работа бурового насоса, уменьшается давление на его нагнетательной линии;
- 2) снижается вес бурильной колонны, легче вращается снаряд в скважине;
- 3) при бурении с догрузкой происходит внезапный провал снаряда, а при бурении с разгрузкой уменьшается давление масла в гидросистеме;
- 4) прекращается углубление скважины.

Установив, что в скважине произошел обрыв бурильных труб, бурильщик должен немедленно прекратить бурение и поднять на поверхность верхнюю часть оборвавшейся колонны. Длина поднятых бурильных труб позволяет выявить местонахождение верхнего конца оставленного в скважине снаряда. По нижнему концу поднятой части колонны устанавливается характер обрыва и подбирается ловильный инструмент.

В состав комплексов ССК входят гладкие и граненые пики, предназначенные для захвата колонковых и бурильных труб. Граненые пики в отличие от гладких позволяют развинчивать бурильную колонну с извлечением ее из скважины по частям. Максимальный наружный размер пик от наборов ССК обеспечивает их плотное с натягом вхождение в аварийную трубу без

разрыва трубы. Для диаметра NQ подойдут пики от отечественного снаряда ССК -76.

Таблица 2.15 – Техническая характеристика ловильной пика ССК-76

Внутренний диаметр извлекаемых труб, мм	52-63
Диаметр скважины, мм	76
Длина, мм	525
Масса, кг	6,4

Для извлечения аварийной колонны труб пика спускается в скважину на трубах и плавно залавливается в трубу без вращения. Затем, закачивая в скважину промывочную жидкость для удаления осевшего шлама, пытаются приподнять снаряд с помощью гидравлической системы станка. После того как удастся стронуть снаряд с места его извлекают из скважины.

Обрыв троса лебедки ССК

Для извлечения керноприемника при обрыве троса лебедки ССК без подъема всей буровой колонны используется ёрш ловильный. Ерш спускается на овершоте в бурильную колонну до тех пор, пока полностью не опустится на оборванный и скрученный в низу колоны трос. Затем происходит приподнятое ерша. Если ёрш зацепил трос, то происходит подъём снаряда, если нет, то попытка повторяется. То что ерш поймал оборванный трос видно по натяжению троса лебеди и выплескивающейся промывочной жидкости из бурильной колонны.

2.11 Монтаж и демонтаж бурового оборудования

В первую очередь идет приготовление площадки и подъездных путей к ней. Для этого используется бульдозер Б10МБ.

Буровая установка УКБ – 5С является самоходной буровой установкой и смонтирована на шасси Урал – 4320, что значительно упрощает переезды с одной скважины на другую. Буровой снаряд перевозится на специально оборудованном автоприцепе.

Подъем мачты в рабочее положение происходит в следующем порядке:

1. Установить раму буровой установки в горизонтальное положение с помощью винтовых механических домкратов. Домкраты устанавливаются на деревянные брусья, вкопанные до уровня грунта. Автомобиль поставить на стояночный тормоз.

2. Освободить мачту, раскрепив резьбовое соединение на раме

3. Проверить сигнализатор УАС –1 безопасность подъема мачты.

4. Отключить сигнализатор УАС –1 во избежание ложных срабатываний при включении освещения.

5. Закрепить на верхнем конце мачты растяжки.

6. Установить свечеприемник в рабочее положение.

7. Включить пускатель в шкафу управления.

8. Запустить маслостанцию гидросистемы станка.

9. Управление подъемом мачты осуществляется с переносного кнопочного пульта управления.

10. Нажатием кнопки «↓ » на пульте управления открыть крышки в крыше укрытия.

11. Перевести кран гидропатрона в положение «Открыто».

12. Нажатием кнопки «↓ » на пульте управления поднять мачту в рабочее положение.

С 1-го раза подъем в вертикальное положение не производить, а произвести частичный подъем на угол 15-20°, после чего отпустить мачту, а затем после 2-х, 3-х кратного повторения неполного подъема можно производить подъем мачты до заданного положения. (Неполные 2 – 3 х кратные подъемы обеспечивают прокачку гидросистемы, а также для проверки работы демпфера и исправности гидроцилиндров).

Поднятую мачту зафиксировать шкворнями (при совмещении проушин мачты и рамы), вывинтить упорные винтовые домкраты мачты, зафиксировав их контргайкой и раскрепить растяжками согласно схеме.

13. Установить рукоятку прибора управления станка в позицию «К скважине» и, закрывая дроссель прибора маховичком, переместить станок до совмещения осей шпинделя и скважины, после чего открыть дроссель.

14. Перевести кран гидропатрона в положение «Закрыто»

15. Нажатием кнопки «↓» на пульте управления закрыть крышки в крыше укрытия.

16. Отключить маслостанцию станка.

17. Смазать и зачехлить штоки гидроцилиндров подъема мачты.

Перевод мачты в транспортное положение производится в обратном порядке.

2.12. Ликвидация или консервация скважин

После того как скважина пробурена до проектной глубины, ее ликвидируют или консервируют. Для ликвидации скважины необходимо проделать следующие работы.

1. Провести контрольный замер глубины скважины;

2. Замерить зенитный и азимутальный угол скважины;

3. Провести каротаж;

4. Извлечь (по возможности) колонны обсадных труб;

5. Провести ликвидационный тампонаж скважины;

6. В устье скважины забить деревянную или металлическую пробку, на которой выжечь или выбить бородкой номер скважины, глубину и дату окончания бурения;

7. Демонтировать буровое оборудование, перевезти вышку или мачту;

8. Все отстойники и ямы закопать, все неровности выровнять;

9. Керн увезти в кернохранилище;

10. Составить акт на ликвидацию скважины.

3. СПЕЦИЛЬНАЯ ЧАСТЬ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ БУРЕНИЯ МЕТОДОМ ОБРАТНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

3.1 Анализ бурения с прямой промывкой

Наиболее распространённым и простым способом подачи промывочной жидкости на забой при бурении геологоразведочных скважин является способ с прямой схемой циркуляции, рисунок 3.1.

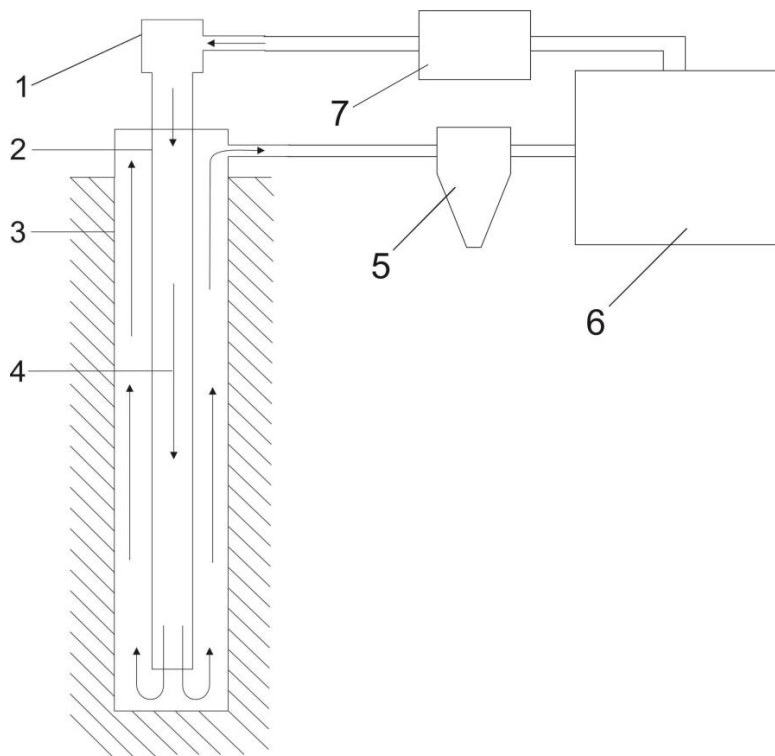


Рисунок 3.1 – Схема прямой циркуляции промывочной жидкости:

- 1 – сальник-вертлюг; 2 – буровые трубы; 3 – стенки скважины;
4 – направление потока промывочной жидкости; 5 – гидроциклонная установка;
6 – зумпф; 7 – насос

При такой схеме промывочная жидкость поступает от бурового насоса 7 по шлангу в сальник вертлюг 1, а через него в буровые трубы 2. По буровым трубам промывочная жидкость доходит до забоя, затем, охлаждая ПРИ и подхватывая разбуренную породу, подымается по затрубному пространству обратно на поверхность, где проходит очистку через гидроциклон 5. Очищенная от шлама промывочная жидкость попадает в зумпф, откуда снова закачивается в буровую колонну.

Достоинствами бурения с прямой промывкой является:

- конструктивная и технологическая простота.

Недостатки:

- размыв керна при прохождении через колонковую трубу;
- размыв стенок скважины;
- повышенный расход промывочной жидкости при бурении скважин большого диаметра, нужный для создания необходимой скорости восходящего потока для выноса шлама на поверхность;
- нет возможности бурения в условиях сильного поглощения;
- требует крепления стенок скважины.

3.2 Анализ бурения с комбинированной схемой циркуляции

Комбинированная схема циркуляции промывочной жидкости применяется для повышения выхода керна. Сущность ее в том, чтобы с помощью специальных устройств, эжекторных или эрлифтных снарядов, прямая промывка в призабойной части скважины преобразуется в обратную рисунок 3.2.

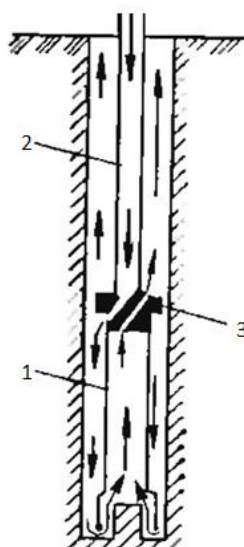


Рисунок 3.2 – Комбинированная схема циркуляции

1– колонковый набор; 2– бурильная труба; 3 – эжекторное устройство

Восходящий поток очистного агента в призабойной зоне действует положительно, приподнимая (взвешивая) куски керна, в связи с чем

уменьшается величина сил трения между ними и разрушение кернового материала. Уменьшается при этом и вероятность заклинивания кусков керна.

Данная схема циркуляции положительно влияет только на выход керна, в остальном она имеет те же недостатки, что и прямая промывка. К тому же требует применения специального устройства, сложной конструкции. Поэтому данный способ не имеет в настоящее время широкого распространения.

3.3 Анализ бурения с обратной схемой циркуляции

Технология бурения с обратной промывкой заключается в том, что промывочная жидкость при бурении попадает в скважину не по внутренней полости бурильных труб, как это происходит при бурении с прямой промывкой, а между наружной поверхностью бурильных труб и поверхностью ствола скважины. Для создания восходящего потока промывочной жидкости, используют герметизатор устья скважины (рис. 3.3 а) либо откачивающий насос или эрлифт, рис 3.3 б.

Такая схема промывки нашла широкое применение при бурении скважин на воду, так как при использовании технической воды в качестве промывочной жидкости не загрязняет водоносный горизонт, а максимальный диаметр скважин может достигать до 1400мм, что позволяет создавать скважины увеличенных дебитов. Так же достоинством обратной промывки является лучшая очистка забоя скважины, благодаря скоростному перепаду струи на забое при переходе из кольцевого зазора между снарядом и стенками скважины в буровой снаряд. Это положительно сказывается на скорости бурения. Кроме того, такая схема циркуляции позволяет транспортировать на поверхность не только продукты разрушения, но и кусочки керна, в связи с чем снижается степень его разрушения в колонковой трубе и исключается необходимость в периодических подъемах бурового снаряда с целью извлечения керна. Данная возможность реализована в комплексах с гидротранспортом керна (КГК).

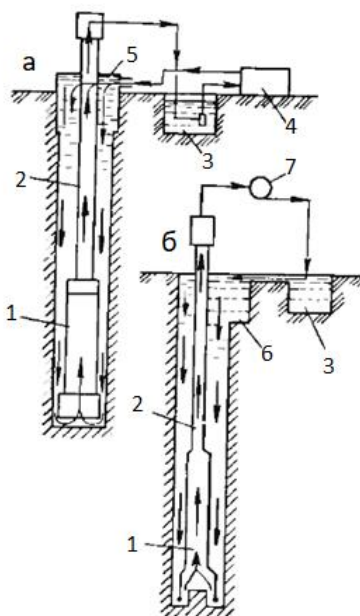


Рисунок 3.3 – Схема обратной циркуляции промывочной жидкости

1– колонковый набор; 2– бурильная труба; 3 – зумпф; 4 – буровой насос;
5 – герметизатор; 6 – емкость; 7 – отсасывающий насос

3.3.1 Комплексы с гидротранспортом керна

Бурение с гидротранспортом керна осуществляется с применением, обратной схемы циркуляции промывочной жидкости (ПЖ), обеспечивает непрерывный вынос керна на поверхность. При этом используется двойная колонна труб, одна из которых – внутренняя – служит для транспортирования керна потоком жидкости, а вторая – наружная – выполняет роль бурильных труб (рис.3.4).

Такой вид бурения позволяет повысить выход керна до 100% в мягких малоустойчивых породах, исключить осложнения, связанные с обрушением стенок скважин, вызываемым циркуляцией ПЖ или, ее поглощением, а также существенно повысить производительность труда за счет сокращения времени на спускоподъемные операции.

При бурении с гидротранспортом керна используют несколько технологических схем циркуляции промывочной жидкости: обычная схема с обратной промывкой и комбинированная (рис.3.4,а). В первом случае ПЖ

поступает к забою по межтрубному пространству и, практически минуя рабочую часть коронки 1, поднимается по внутренней колонне труб 3. По второй и третьей схемам ПЖ также подается по межтрубному зазору, а в призабойной части либо делится на два потока (рис.3.4б), либо проходит в затрубное пространство и, омывая забой и рабочую часть коронки, поступает во внутреннюю колонну труб (рис.3.4,в). Для того чтобы ПЖ не поднималась по зазору между стенкой скважины 7 и бурильной трубой 2, на трубах устанавливается пакерующее устройство 6 или этот зазор заполняется до устья глинистым раствором повышенной плотности. В последнем случае раствор способствует закреплению стенок скважины при бурении по весьма неустойчивым породам.

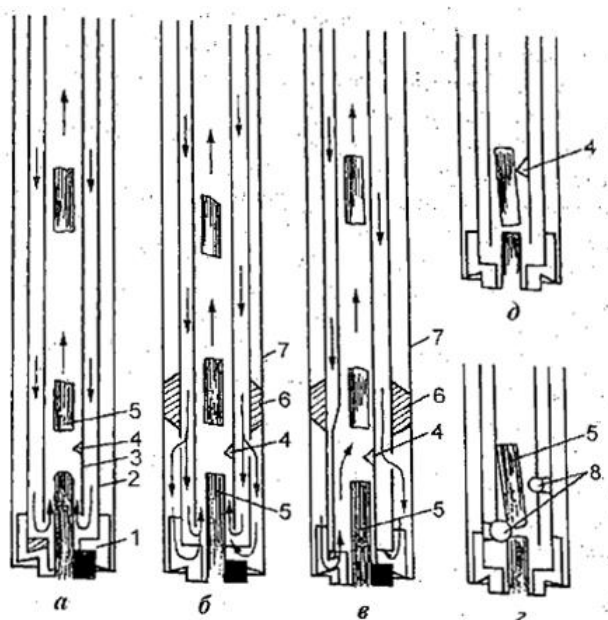


Рисунок 3.4 – Схемы циркуляции промывочной жидкости при бурении с транспортированием керна:

1 – коронка; 2 – наружная колонна бурильных труб; 3 – внутренняя колонна труб для подъема керна потоком промывочной жидкости; 4 – кернолом клиновидной формы; 5 – керн; 6 – пакер; 7 – ствол скважины; 8 – кернолом шариковый

Для обеспечения процесса подъема керна 5 последний должен делиться на кусочки небольшой длины. С этой целью в керноприемной трубе устанавливаются керноломы в виде выступов – клиньев 4 (рис.3.4,а,б,в,д) или

шариков 8 (рис.3.4,г). При отклонении клином керна он сламывается и подхватывается восходящим потоком ПЖ.

Схема размещения оборудования представлена комплекса КТК на рисунке 3.5.

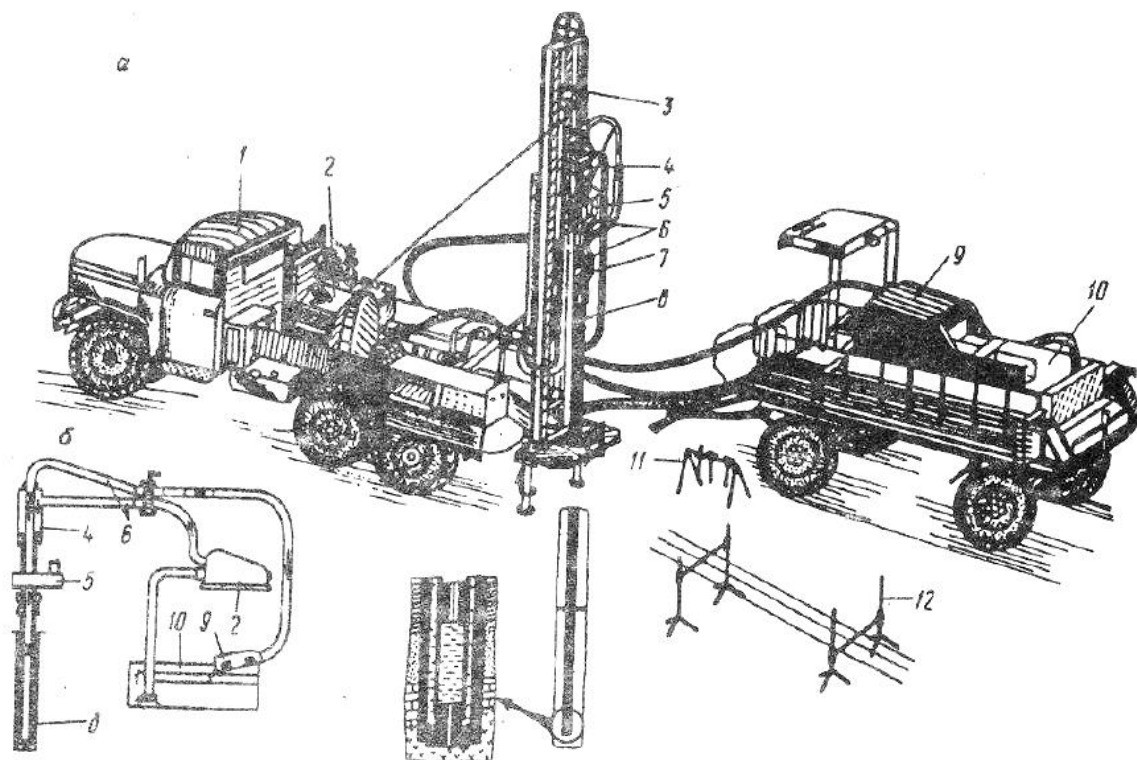


Рисунок 3.5 – Комплекс технических средств КТК–А

а – общий вид; б – схема бурения

1– буровая установка на шасси автомобиля; 2–буровой насос; 3– мачта; 4– сальник; 5– подвижный вращатель; 6– система промывки, объединяющая нагнетательные и керноотводящие рукава и специальный двухъярусный вентиль, с помощью которого можно оперативно изменять направление движения потока очистного агента с обратного на прямое; 7 – элеватор; 8– бурильные трубы; 9– керноприемное устройство; 10– прицеп-емкость; 11 – вспомогательный инструмент; 12– специальный стеллаж для бурильных труб.

В общем виде технологический процесс бурения скважин с применением двойной колонны бурильных труб отличается от традиционного колонкового способа бурения отсутствием периодического подъема на

поверхность забойного снаряда для извлечения из колонковой трубы керна. Снаряд поднимают лишь для замены пришедшего в негодность породоразрушающего инструмента или в аварийных ситуациях. Благодаря этому значительно повысилась скорость бурения. Средняя производительность бурения комплексом составила 3500, а максимальная — 9000 м/ст.-мес.

Технология гидротранспорта керна предъявляет определенные требования к обработке породоразрушающего инструмента, особенно в разрезах с прослоями твердых абразивных пород. Так, при большом уменьшении наружного диаметра породоразрушающего инструмента возрастают время, затрачиваемое на разбуривание закопленного участка скважины, и опасность заклинивания и прихватов инструмента. Поэтому бурение с двойной колонной вращательным способом рекомендуется преимущественно в мягких породах I–IV категорий по буримости с небольшими по мощности прослоями пород средней твердости VII–VIII категорий.

Другая не менее важная особенность новой технологии – применение принципиально новой системы обратной промывки (продувки). При этом отсутствует прямой контакт потока очистного агента и выбуриваемой породы со стенками скважины, что предохраняет последние от размыва, образования сальников и других осложнений, а с учетом высокой скорости бурения обеспечивается предохранение ствола скважины от разрушения даже в слабых неустойчивых разрезах.

Отсутствие прямого контакта транспортируемого породного материала со стенками скважины позволяет с высокой достоверностью проводить также и шламовое опробование без опасности вторичного обогащения или разубоживания проб. Замкнутая в пределах инструмента система циркуляции очистного агента нового технологического метода обеспечивает экологическую чистоту бурового процесса, позволяет успешно избегать осложнений, связанных с прекращением циркуляции или интенсивными водопритоками.

При этом сокращаются затраты времени и средств на тампонаж скважины или обсадку в наиболее сложных условиях.

3.3.2 Шламовое опробование. РС-бурение

РС Бурение — reverse circulation с английского — обратная циркуляция.

Бурение с обратной циркуляцией представляет собой метод бурения, в котором используются двойные бурильные трубы. Внутренние трубы позволяют транспортировать буровой шлам непрерывным потоком на поверхность. Шлам проходит через разгрузочный рукав и собирается в пробоотборные мешки, рисунок 3.6.

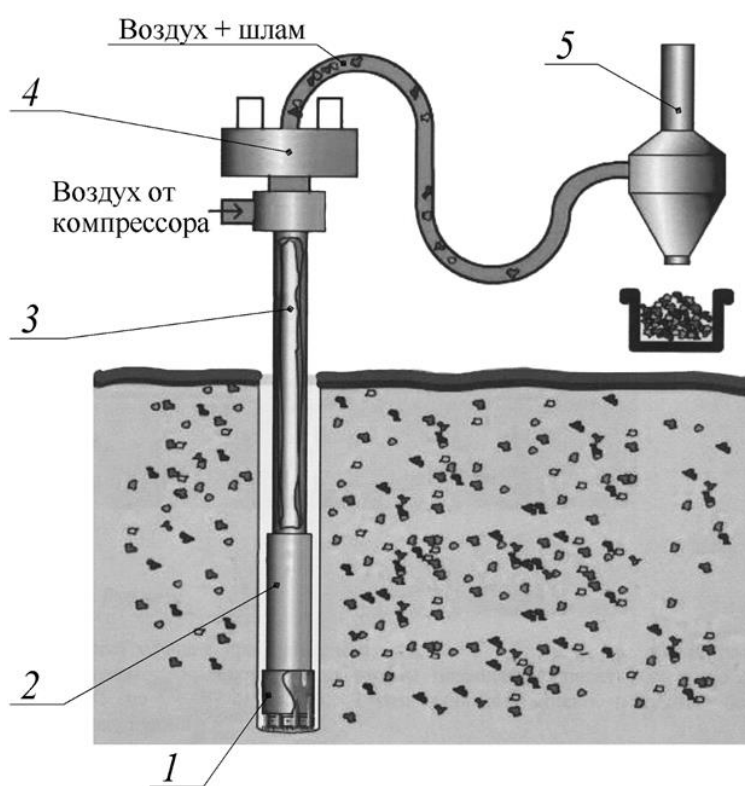


Рисунок 3.6 – Схема обратной циркуляции с пневмоударником с центральным зазором для выноса шлама

- 1 – юбка, обеспечивающая поступление частиц шлама в центральный зазор;
- 2 – пневмоударник с центральным зазором для выноса шлама;
- 3 – двойная колонна бурильных труб; 4 – подвижный вращатель;
- 5 – циклон для сбора шлама

В качестве буровой среды в основном используется сжатый воздух, который закачивается под давлением в пространство между внешней и внутренней трубой.

Разрушение породы происходит пневмоударником. Его конструкция представлена в графическом приложении, лист 4.

В отличие от других способов пневмоударного бурения, где воздух нагнетается по трубе, а шлам выносится по затрубному зазору, в нашем случае воздух на забой подается по межтрубному пространству, шлам выдувается по внутренней трубе, что исключает потери шлама в полостях и трещинах стенок скважины и на ее устье, рисунок 3.7.



Рисунок 3.7 – Схема размещения оборудования при RS-бурении

Основные особенности:

- Образцы проб не содержат загрязнений — разрушенная порода проходит через долото во внутреннюю трубу по направлению к пробоотборному мешку. Пробы не контактируют со стенками скважины и защищены от загрязнения. Для предотвращения заражения проб с предыдущих

интервалов, после проходки каждого целевого интервала осуществляется контрольная продувка.

- При подаче давления в штанги образуется аэродинамическая подъемная сила по средствам которой вода поднимается по затрубному пространству, а шлам по внутренней трубе. В идеале, при бурении методом RC получают сухой буровой шлам т.к. сжатый воздух высушивает породу перед буровым долотом.

- Конструкция обеспечивает сбор пробы при бурении через пустоты, зоны трещиноватости, полости и зоны низкого давления. Сбор проб до 100% обеспечивается конфигурацией снаряда и применяемого породоразрушаемого инструмента.

- Скорость проходки сопоставима с методами открытого бурения и часто быстрее на большой глубине. Механическая скорость бурения достигает 40 м/час. В крепких породах X-XII категории по буримости может падать до 6-10 м/час.

- Эксплуатационные расходы — как правило, ниже за счет соотношения стоимости бурового инструмента к его сроку службы и скорости проходки.

- Прямолинейность скважины — диаметр скважины близок к диаметру бурильной трубы, что обеспечивает минимальные искривления.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА

4.1. Организация ремонтной службы

На базе бурового участка, расположенной недалеко от месторождения, имеется все необходимое оборудование и инструмент для мелкого и простого ремонта. Так же на складе имеется запас наиболее часто ломающихся деталей.

При поломке того или иного инструмента, буровой мастер дает указание сварщику или механику на его изготовление. Ремонт оборудования производится преимущественно на месте работ силами буровой бригады. В тяжелых и сложных случаях работы ведутся механиками.

Плановые технические осмотры, профилактические проводятся силами буровой бригады непосредственно на буровых площадках, либо при необходимости на территории базы.

4.2. Организация энергосбережения

Обеспечение электроэнергией силовых приводов буровой установки и средств освещения рабочих мест будет осуществляться при помощи дизельной электростанцией, входящей в комплект буровой установки.

К линиям электропередач будут подключены только жилые вагоны, которые практически не будут менять своего местоположение.

4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов

При бурении скважин на данном участке будет использоваться в качестве промывочной жидкости техническая вода с добавлением соли. Для упрощения процесса растворения соли, нужное ее количество сначала растворяют в ведре, а потом добавляют в емкость с водой.

Для обеспечения водой будет использоваться «водовозка» на базе автомобиля Урал. Вода будет доставляться с ближайшего водоема. Такая вода будет использована исключительно для технических нужд.

Обеспечение буровой питьевой водой будет осуществляться силами буровой бригады – недалеко от участка проведения есть горные ручьи с ледниковой водой и ключи. Перед употреблением воду желательно прокипятить.

4.4. Транспортный цех

Для организации работ на участке будет использоваться следующее транспортное оборудование:

1. Бульдозер Б10МЗ – для организации подъездных путей, площадок под буровые установки и рекультивации земель.
2. Водовозный транспорт на базе автомобиля Урал – для доставки технической воды на буровую.
3. Служебный транспорт, УАЗ-2207 – для доставки различного персонала к месту проведения работ.
4. Грузовой автомобиль Урал с манипулятором – для перевозки бурового оборудования и инструмента.

4.5. Связь

Участок буровых работ находится в достаточной удаленности с населенными пунктами, поэтому связь буровых бригад с базой и между собой будет осуществляться с помощью рации.

5.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Местом проведения работ является золоторудное месторождение «Угахан», расположенное в Иркутской области Бодайбинского района в 150 км севернее по прямой от г. Бодайбо и в 40 км от ближайшего населенного пункта - п. Кропоткин.

Целью работы является проектирование технологии и техники проведения буровых работ на месторождение с целью получения керновых проб с глубины до 475 метров диаметром 47,6мм. На основе полученных проб, будет производиться оконтуривание рудных залежей и подсчет запасов золота, разрабатываться технико-экономическое обоснование будущего карьера для разработки месторождения.

Работы будут производиться самоходной буровой установкой УКБ-5С с использованием снаряда со съёмным керноприёмником.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При приеме на работу в соответствии с трудовым кодексом РФ требуется предоставить следующие документы:

- паспорт или иной документ, удостоверяющий личность;
- документы воинского учета;
- трудовую книжку;
- документ об образовании и о квалификации или наличии специальных знаний;
- справку о прохождении медосмотра в соответствии с приложением N 1. Направление на предварительный (периодический) медицинский осмотр (обследование).

Трудовые договоры могут заключаться на неопределенный срок и расторгается на следующих основаниях:

- 1) соглашение сторон (статья 78 настоящего Кодекса);

2) расторжение трудового договора по инициативе работника (статья 80 настоящего Кодекса);

3) расторжение трудового договора по инициативе работодателя (статьи 71 и 81 настоящего Кодекса);

4) перевод работника по его просьбе или с его согласия на работу к другому работодателю или переход на выборную работу (должность).

Заработная плата каждого работника зависит от его квалификации, сложности выполняемой работы, количества и качества затраченного труда и состоит из оклада или базового оклада и выплат по тарифной ставки.

Расходы на дорогу до месторождения и обратно оплачивает работодатель.

Перед допуском к самостоятельной работе рабочий проходит стажировку в течение 2-14 смен.

Каждый сотрудник обязан проходить инструктажи по безопасности труда:

- первичный инструктаж при приеме на работу;
- в процессе работы не реже раза в установленное время правилами компании;
- при введении новых правил, при появлении нового оборудования, при перерывах в работу более 60 дней, при неоднократном нарушении правил техники безопасности.

Обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда производится за счет средств работодателя.

При ведении буровых работ на участке буровые установки должны быть обеспечены необходимыми контрольно-измерительной аппаратурой, средствами механизации и автоматизации, инструментом. Размеры площадок должны быть достаточными для размещения на них всего необходимого оборудования и инструмента, иметь с разных сторон достаточных размеров

подъезды для транспорта. Перед началом опасных работ или работ требующих повышенного внимания, рекомендуется провести дополнительный инструктаж на рабочем месте. Инструктаж должен проводить буровой мастер.

В соответствии с ГОСТ 21753 – 76 Система "человек-машина". Рычаги управления должны соответствовать следующим эргономическим требованиям:

1. Минимальная длина свободной части рычага управления (вместе с рукояткой) в любом его положении должна быть не менее 50 мм - для захвата пальцами и 150 мм - для захвата всей кистью.

2. Форма и размеры рукояток рычагов должны обеспечивать максимальное удобство их захвата и надежного удержания в процессе управления. При этом предпочитают рукоятки с плавными округлыми формами, близкими к шаровидной и удлиненной - цилиндрической, тщательно обработанной гладкой или рифленой поверхностью без острых углов и заусенцев.

3. Рукоятки рычагов, используемых в условиях низкой температуры окружающей среды, должны изготавливаться из материалов или покрываться материалами, которые обладают низкой теплопроводностью.

4. Для одновременного выполнения нескольких управляющих действий (более чем в двух измерениях) допускается применять рычаги управления в комбинации и едином конструктивном исполнении с другими типами органов управления (штурвалом, кнопкой, защелкой и др.). Каждый из них должен отвечать своим специфическим эргономическим требованиям.

5. Рычаги управления необходимо устанавливать на рабочем месте так, чтобы их рукоятки при любом положении рычага находились в пределах зоны досягаемости моторного поля оператора с учетом требований безопасности по ГОСТ 12.2.003 – 74.

6. Рукоятки рычагов, используемые чаще пяти раз за смену, должны находиться в зоне досягаемости моторного поля оператора.

7. Рычаги управления должны иметь хорошо видимые надписи, означающие их назначение, а также указатели положения, направления перемещения и его следствия, помещаемые как непосредственно на рычагах, так и рядом с ними.

8. Рычаги управления должны быть установлены так, чтобы при их перемещении исключалась возможность случайного включения (выключения) смежного рычага.

По ГОСТ 22613 – 77 Выключатели и переключатели поворотные поворот выключателя или переключателя по часовой стрелке должен приводить к включению, увеличению параметра, а против часовой стрелки — к его выключению, уменьшению параметра, При этом должен соблюдаться принцип соответствия движения указателя индикаторного устройства движению органа управления.

Приводные элементы повторных переключателей должны иметь надежное крепление их на оси, исключающее их поворачивание и соскакивание.

При расположении элементов рабочего места должны быть предусмотрены необходимые средства защиты человека-оператора от воздействия опасных и вредных факторов, предусмотренных ГОСТ 12.0.003–74, а также условия для экстренного ухода человека-оператора с рабочего места.

Органы управления и функционально связанные с ними индикаторы необходимо располагать вблизи друг друга функциональными группами таким образом, чтобы орган управления или рука оператора при манипуляциях с ним не закрывала индикатора. Органы управления, применяемые только для технического обслуживания и регулировки, должны размещаться отдельно от остальных органов управления или быть изолированными от человека-оператора на период выполнения им основной работы.

Средства отображения информации необходимо группировать и располагать группы относительно друг друга в соответствии с последовательностью их использования или с функциональными связями элементов систем, которые они представляют. При этом средства отображения информации необходимо размещать в пределах групп так, чтобы последовательность их использования осуществлялась слева направо или сверху вниз.

Лицевые поверхности индикаторов следует располагать в оптимальной зоне информационного поля в плоскости, перпендикулярной нормальной линии взора оператора, находящегося в рабочей позе.

5.2 Производственная безопасность

5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Перечень вредных и опасных факторов при проведении буровых работ на месторождении, произведенный по ГОСТ 12.0.003–2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, сведен в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень опасных и вредных факторов

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования	Бурение скважин и вспомогательные работы	
1. Острые кромки, заусенцы	+	+	ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.008-78. Биологическая безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.012-90
2. Движущиеся машины и механизмы	+	+	
3. Повышенный уровень локальной вибрации		+	
4. Повышенный уровень шума	+	+	

Продолжение таблицы 5.1

5. Поражение электрическим током	+	+	Вибрационная безопасность. Общие требования.
6. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения	+	+	ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация СНИП П-12-77. Защита от шума. ГОСТ 12.2.062-81
7. Отклонение микроклимата	+	+	Система стандартов безопасности труда.

5.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

1. Острые кромки, заусенцы

Источником служат резьбовые соединения труб, которые в процессе работы подвержены износу и как следствие образуют острые края и заусенцы. Как следствие могут возникнуть порезы и болезненные занозы при работе с ними. Для предотвращения этого нужно работать в перчатках и не брать трубы за резьбу и торец при работе с ними.

2. Движущиеся машины и механизмы

К движущимся машинам и механизмам на буровой установке относятся следующие элементы: шпиндель станка, трубооборот, элеватор, барабан лебедки.

Так как работы по спуску, подъёму и развенчиванию буровой колонны подразумевает непосредственную работу с данными механизмами, то во избежание несчастного случая и травмы следует соблюдать технику безопасности при проведении работ, быть максимально внимательным при

работе с данными механизмами. Так же все действия бригады должны быть отлажены и согласованы друг с другом.

Так же должна проходить плановая и неплановая проверка пусковых и тормозных устройств; проверка состояния и устранения дефектов смазочных устройств; проверка состояния ремней, цепей, тросов, проверка их натяжения. Все не исправности должны немедленно устранены. Не допускается работать с неисправным оборудованием.

Барабан лебедки должен быть огорожен в соответствии с ГОСТ 12.2.062–81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.

3. Повышенный уровень локальной вибрации

Вибрации подвергается место бурильщика, так как он в процессе бурения находится в непосредственной близости к буровой установке и контролирует параметры бурения. Источником вибрации служит буровая колонна и работающие на больших частотах механизмы станка.

Для ослабления передачи вибрации от источника ее возникновения сиденью применяют методы виброизоляции. Для этого кресло бурильщика должно крепиться с помощью антивибрационного крепления. Кресло должно включать в свою конструкцию материалы-виброизоляторы : резина, пробка, войлок или стальных пружин. В качестве средств индивидуальной защиты работающих используют специальную обувь на массивной резиновой подошве. Для защиты рук служат рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготавливают из упругодемпфирующих материалов.

4. Повышенный уровень шума

Источником повышенного шума является двигатель буровой установки и вращающиеся с большой частотой механизмы и бурильная колонна.

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- устранение своевременно обнаруженных дефектов в элементах оборудования, ведущих к появлению шума;

- установка звукопоглощающих кожухов, установка глушителя на дизельную станцию; необходимо периодически производить замер уровня шума, который на буровой не должен превышать 85 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003-83);

- использование средств индивидуальной защиты от шума (наушники, вкладыши), работающие по принципу поглощения шума.

5. Поражение электрическим током

Поражение электрическим током представляют большую опасность для работника. К основному оборудованию, работающему под напряжением 220/380В на буровой относятся: дизельные электростанции, распределительные устройства, буровой станок, электролебедки, освещение.

Основные причины электротравматизма на геологоразведочных работах:

- обслуживание электроустановок без применения защитных средств (диэлектрических перчаток, бот, изолирующих подставок);

- управление лебедками и другим электрооборудованием без диэлектрических перчаток, если рукоятки управления не имеют надежного изоляционного покрытия;

- эксплуатация стационарного электрооборудования без изолирующих подставок в условиях повышенной влажности и проводимости почвы (пола);

- ремонт электрооборудования, находящегося под напряжением;

- работа электроустановок при неисправном или неправильно выполненном защитном заземлении, а также при неисправной защите от опасных токов утечки.

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;

- ограждения и оболочки;

- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- двойная или усиленная изоляция;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Допуск к работе с электрооборудованием неквалифицированных лиц запрещается. Лицо, допускаемое к работе с электрооборудованием, должно иметь IV квалификационную группу по технике безопасности (для электроустановок до 1000 В).

Обслуживающий персонал должен быть ознакомлен с инструкций по технике безопасности при эксплуатации электроустановок до 1000 В.

При работе, обслуживании и ремонте работник должен использовать основные и дополнительные изолирующие защитные средства.

В электроустановках до 1000 В основные изолирующие средства:

- диэлектрические перчатки,
- изолирующие токоизмерительные клещи,
- монтерский инструмент с изолированными рукоятками, токоискатели.

дополнительные изолирующие средства:

- диэлектрические галоши
- коврики
- изолирующие подставки

6. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения

Недостаток освещенности на рабочем месте значительно затрудняет деятельность персонала, ухудшает их ориентировку в пространстве, а также снижает производительность и качество труда, приводя к авариям и получению травм.

Исходя из СНиП 23-05-95 работа персонала, относящаяся к 2-3 разряду, имеет освещенность не менее 200-300 лк. В остальных местах буровой установки работа относится к 4-5 разряду с освещенностью 50...80 лк. Данные по сведены в таблицу 5.2.

Рабочие места, указанные в таблице 5.2, должны освещаться светильниками рекомендуемой освещенностью.

Таблица 5.2 – Нормы освещенности

Рабочие места, подлежащие освещению	Разряд зрительной работы	Рекомендуемая освещенность, лк
Шпиндель станка	II	200
Щит КИП	I	220
Путь кронблока	IV	80
Буровое помещение	II	200
Площадка горюче-смазочных материалов и инструментов	V	50
Свечеприемник	II	200

7. Отклонение микроклимата

Температура воздуха на участке работ колеблется от плюс 30°С летом до минус 40°С зимой, поэтому необходимо обеспечить сотрудников специальной одеждой – легкой в летнее время, и теплой в зимнее время. Так же много тела выделяется от работающей буровой установки и дизельного генератора.

Для обеспечения комфортной работы необходимо обеспечить сотрудников специальной одеждой – легкой в летнее время, и теплой в зимнее время. Так же для отвода тепла в летнее время и его сохранение зимой помещение буровой должно оборудоваться многочисленными дверями, люками и открывающимися окнами. В холодный период времени помещение

оснащается электрическим обогревателем. Рекомендуемые параметры по микроклимату в рабочей зоне приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность	Скорость движения воздуха
Холодный	Легкая	19...21	40...60	0,1
	Тяжёлая	16...18	40...60	0,3
Теплый	Легкая	20...22	40...60	0,1
	Тяжелая	18...20	40...60	0,3

5.3. Экологическая безопасность

На защиту и восстановление земельных участков должны быть составлены и утверждены проекты и сметы, предусматривающие следующие мероприятия, подготовленные до процесса бурения, по охране в процессе бурения скважины и по восстановлению земельных участков после завершения работ.

Таблица 5.4 – Вредные воздействия на окружающую среду и недра, и природоохранные мероприятия при геологоразведочных работах

Объект защиты	Источники загрязнений и вид загрязнителя	Природоохранные мероприятия
Атмосфера	Выбросы токсичных газов при работе двигателя внутреннего сгорания	Использование дизельного топлива экологического класса не ниже К5. Использования нейтрализаторов
Гидросфера	Загрязнение производственными сточными водами и мусором	Сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение или захоронение мусора
	Загрязнение подземных вод при смещении различных водоносных горизонтов	Ликвидационный тампонаж буровых скважин
	Нарушение естественных свойств геологической среды	Ликвидационный тампонаж скважины.

Продолжение таблицы 5.4

Литосфера	Уничтожение и повреждение почвенного слоя	Рекультивация земель
	Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами и др.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники и т. д. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора и др.
	Засорение почвы производственными отходами и мусором	Вывоз и захоронение производственных отходов

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На данном участке работы наиболее возможной техногенной чрезвычайной ситуаций является пожар

Основными причины пожара: неосторожное обращение с открытым огнем (курение, костры, сварка, искры) электрооборудованием, халатность персонала, разряды статического электричества, удар молнии.

Основные меры устранения причин пожара: соблюдение правил пожарной безопасности и инструкций по эксплуатации технических средств. Должно быть специально отведено место для курения.

Запрещается заправлять работающий двигатель горючим и смазочным материалом, а также пользоваться для освещения открытым огнем при заправке баков с горючим и определении уровня горючего в баке.

Противопожарный щит должен быть установлен в 8...10 м от рабочего места бурильщика.

Весь противопожарный инвентарь буровой должен состоять из:

1. Пенные огнетушители ОП-4 – 2 шт.
2. Углекислотные огнетушители ОУ-2 – 2 шт.
3. Ящик с песком объемом 0,5 м³.
4. Емкость с водой объемом 250 л.

5. Комплект шанцевого инструмента:

- лопаты – 2 шт;
- багры – 2 шт;
- ломы – 2 шт;
- топоры – 2 шт.

6. Противопожарные ведра – 2 шт.

7. Противопожарный щит.

Весь инвентарь должен постоянно находиться на своем месте. Нельзя пользоваться противопожарным инвентарем в случаях, не предусмотренных его назначением. Все подходы к противопожарному инвентарю должны быть расчищены.

Места хранения горючего топлива должны располагаться не менее, чем в 50 м от буровой, на ровной площадке, либо в низине, во избежание растекания топлива.

Буровое здание обязательно должно иметь запасный выход. Внутри и снаружи здания должны висеть огнетушители на высоте не более 1,5 м от пола и расстоянии не менее метра от края открытой двери.

Мероприятия противопожарной безопасности:

- проведение инструктажей по противопожарной безопасности и обучение работе с противопожарным инвентарем;
- огнетушители должны быть опечатаны и перезаряжаться в определенные сроки;
- разводить огонь не менее чем в 30 м от буровой установки;
- полы, стеллажи, верстаки необходимо систематически очищать от масляных, легковоспламеняющихся материалов.

Все лица, вновь принимаемые на работу, в том числе и временную, должны проходить первичный противопожарный инструктаж.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия

Группа компаний «РосГеоПерспектива» является частным независимым предприятием, объединяющим буровые компании, занимающиеся геологоразведкой и геологическим изучением рудных и нерудных месторождений.

Офис компании находится по адресу: Россия, г. Челябинск, ул. Пушкина, 32. Генеральный директор компании – Чечулин Владимир Игоревич.

Компания имеет представительства в Киргизии, Казахстане, Таджикистане и Узбекистане.

Предприятия, входящие в объединение ООО "РосГеоПерспектива", имеют 160 единиц оборудования. Буровой парк обеспечен вспомогательным технологическим оборудованием (глиностанции, водовозки, резервные электростанции, машины технической помощи, трактора, технологический транспорт и т.д.). Также имеется производственная база для ремонтных работ, нарезки обсадных труб, изготовления керновых ящиков. Подготовка машинистов буровых установок проводится под управлением ООО "РосГеоПерспектива" на собственной базе. Для всех предприятий создана единая технологическая и снабженческая службы.

Для всех предприятий создана единая технологическая и снабженческая службы.

Основные направления:

- Горные работы
- Геологическое сопровождение
- Вибрационное бурение
- РС бурение
- Колонковое бурение

Сопутствующие услуги:

- Строительство вахтовых лагерей
- Мобилизация –демобилизация бурового оборудования
- Лабораторные исследования
- Геофизические исследования

Специальное бурение:

- Бурение скважин под взрыв
- Гидрогеологическое бурение

Группа Компаний "РосГеоПерспектива" с 2018 года ведет работы на золоторудных месторождениях Голец Высочайший и Угохан в Бадайбинском районе Иркутской области. Заказчиком работ является ПАО "Высочайший" (GV Gold).

6.2. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

6.2.1. Технический план

Объем проектируемых видов работ при сооружении скважин представлен ниже в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем
1	Проектирование работ	%	100
2	Бурение разведочных скважин глубиной 475м и диаметром 75,7мм	$\frac{\text{П. М}}{\text{СКВ}}$	$\frac{43662}{92}$

Так как организация является подрядчиком компании GV Gold, то камеральные работы не производится. Заказчик составляет акт приема керна по каждой скважине, увозит его и проводит анализ сам.

6.2.2. Расчет затрат времени

Проектом предусматривается бурение 92 наклонных разведочных скважин общим объемом 43662 п.м. Все скважины бурятся с полным отбором керна. Для обеспечения представительной массы пробы основной диаметр бурения 75,7 мм. Энергоснабжение буровых установок будет осуществляться от ДЭС. Расчет затрат времени на бурение скважин приведен в таблице 6.2, причем нормативных документов на стоимость и время выполнения геологоразведочных работ проектным оборудованием не существует. В связи с чем, будут применяться ориентировочные коэффициенты норм времени, установленные опытным путем, технологическим отделом, при ранее произведенных работ в схожих геолого-технический и районных условиях.

Таблица 6.2 – Расчет затрат времени и труда на бурение скважин

Категория пород по буримости	Диаметр ПРИ, мм	Объем бурения по категории (1скв), м	Объем бурения по категории (92 скв), м	Норма времени в ст-см на метр	Итого затрат времени на объем (1 скв)
V	96.1	7	672,7	0,04	0,28
VI	75,7	468	43056	0,05	23,4
Итого:					23,68

6.2.3. Расчет производительности труда, обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ

Затраты времени на бурение всего объема скважин (92скв) $N_{\text{бур}}$:

$$N_{\text{бур}} = H_{\text{скв}} \cdot n \quad (6.1)$$

где $H_{\text{скв}}$ – норма времени на бурение, ст-см на 1 скважину;

n – количество скважин, шт.

$$N_{\text{бур}} = 23,68 \cdot 92 = 2178,56 \text{ ст-см}$$

Затраты времени на монтаж-демонтаж и переезд буровой установки:

$$N_{\text{м-д}} = H_{\text{м-д}} \cdot n \quad (6.2)$$

где $N_{м-д}$ – нормы времени на монтаж, демонтаж и перемещение буровых установок с мачтами, смонтированными на полозьях вместе со зданием (ССН 93, т.81), ст-см на 1 монтаж-демонтаж;

n – количество скважин, шт.

$$N_{м-д} = 0,5 \cdot 92 = 46 \text{ ст} - \text{см}$$

Крепление скважин обсадными трубами:

$$N_{всп} = N_{обс} \cdot n \quad (6.3)$$

где $N_{обс}$ – норма времени на крепление скважин обсадными трубами (ССН 93, т.72), ст-см на 1 м крепления;

n – количество скважин, шт.

$$N_{всп} = 0,2 \cdot 92 = 18,4 \text{ ст} - \text{см}$$

Расчёт затрат времени на планово- предупредительный ремонт:

$$N_{ппр} = \frac{N_{бур}}{50} \quad (6.4)$$

$$N_{ппр} = \frac{2178,56}{50} = 43,57 \text{ ст-см}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{всп} + N_{м-д} + N_{ппр} \quad (6.5)$$

$$N_{общ} = 2178,56 + 18,4 + 46 + 43,57 = 2286,6 \text{ ст} - \text{см}$$

Расчёт фактической коммерческой скорости:

$$П_{мес} = \frac{O}{N_{общ}} \cdot 60 \quad (6.6)$$

где $П_{мес}$ – производительность труда буровой бригады за месяц;

O – объем бурения, м;

$N_{общ}$ – общие затраты времени;

60 – количество ст-см. в месяце при работе буровой в две смены

$$П_{мес} = \frac{43662}{2286,6} \cdot 60 = 1146 \text{ п.м}$$

Расчёт бригад:

$$n = \frac{O}{П_{мес} \cdot T_{усл}} \quad (6.7)$$

где n — количество бригад;

$T_{\text{усл}}$ — условное время, необходимое на выполнение проектных работ, мес.

Так как суровые условия данной территории не позволяют вести работы в зимнее время, $T_{\text{усл}}$ принимаем равным 8 месяцам для выполнения работ в течение года.

$$n = \frac{43662}{1146 \cdot 8} = 4,7 \approx 5 \text{ бригад}$$

6.2.4. Проектные работы

Перед началом работ нужно составить проект работ. Расчет времени приведен в табл. 6.3.

Таблица 6.3 – Расчет времени на проектирование работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм	Кол-во	Норма Выработки на 1 чел	Затраты труда чел-дни		Всего чел- дней
					Инженер геолог	Инженер по бур. работам	
1	Подготовительные работы						
1.1	Систематизация архивных материалов:						
	- текста и текстовых приложений	стр	500	25	20	-	20
	- графических приложений	лист	22	2	11	-	11
1.2	Рекогносцировочные работы	чел-дн	10	-	8	2	10
2	Проектирование						
2.1	Составление проектных ГТН (1 ГТН по 4,4дм ²)	дм ²	4,4	4		4	4
2.2	Составление геологической карты участка с проектными скважинами масштаба 1:5 000	дм ²	32	4	4	-	4
2.3	Составление текстовой части проекта и приложений	стр	100	4	15	10	25
3	Согласование, утверждение проекта и сметы	чел-дн	7	-	4	3	7
	Всего:				62	19	81

Определение продолжительности проектирования, месяцы:

$$П = \frac{\sum \text{чел} - \text{дн}}{n \cdot c}$$

где n – количество человек, занятых на проектирование;

c – количество рабочих смен в месяц при односменной работе (25,6).

$$П = \frac{81}{2 \cdot 25,6} = 1,6$$

Итоговые затраты времени на геолого-разведочные работы:

$$П = 1,6 + 8 = 9,6 \text{ мес.}$$

6.3. Стоимость проектируемых работ (смета)

6.3.1 Сметно-финансовый расчет затрат

Таблица 6.4 – Сметно-финансовый расчет затрат на заработную плату

Наименование должностей	кол-во человек	Районный коэффициент.	Оклад, руб	С учетом коэффициента (за 1 мес.)	С учетом коэффициента за время проведения работ
Проектирование работ					
Инженер-геолог	1	1,7	40 000	68 000	108 800
Инженер по буровым работам	1	1.7	40 000	68 000	108 800
Итого основная зарплата				136 000	217 600
Дополнительная зарплата (7,9%)				10 744	17 190,4
Итого заработной платы				146 744	23 4790,4
Отчисления на соц. нужды (35,6%)				52 240,86	83 585,38
Итого				198 984,86	318 375,78
Проведение буровых работ					
Буровой мастер	1	1.7	40 000	68 000	544 000
Инженер по буровым работам	1	1.7	40 000	68 000	544 000
Машинист буровой установки	10	1.7	35 000	595 000	4 760 000
Помощник машиниста буровой установки	10	1.7	25 000	425 000	3 400 000
Водитель водовозки	2	1.7	30 000	102 000	816 000

Продолжение таблицы 6.4

Водитель	1	1.7	25 000	42 500	340 000
Итого основная зарплата				1 300 500	10 404 000
Дополнительная зарплата (7,9%)				102 739,5	821 916
Итого заработной платы				1 403 239,5	11 225 916
Отчисления на соц. нужды (35,6%)				499 553,26	3 996 426
Итого				1 902 792, 76	15 222 342

Таблица 6.5 – Сметно-финансовый расчет затрат на расходные материалы и ГСМ при проведении буровых работ

Наименование	Цена за 1 у.е. рубли	Плановый расход в месяц у.е.	Требуемое кол-во для проведения работ	Расходы за месяц, тыс. руб	Общий расход тыс. руб
Конка импрегнированная диаметром 96.1 мм	16 000	1	8	16	128
Коронка импрегнированная диаметром 75,7 мм	10 000	30	240	300	2400
Алмазный расширитель	8 000	10	80	80	640
Релитовый переход	5 000	10	80	50	400
Масло дизельное бочка 200л	48 000	2	16	96	768
Масло гидравлическое канистра 20л	2 624	5	40	13,12	104,96
Антифриз 2л	1200	1	8	1,2	9,6
Солярка Бочка 200л	10 000	155	1 240	1550	12 400
Бензин бочка 200л	9 000	1,5	12	13,5	108
Итого				2 119.82	16 958,56

6.3.2. Расчет амортизации

Бурильные трубы и комплекты ключей к ним относятся к первой амортизационной группе со сроком полезного использования от 1 года до 2 лет. Стоимость бурильных труб задействованных в работе на участке и

подверженных износу составляет порядка 1,5 млн. рублей. Ежемесячная амортизация составит $1.5/12 = 0,125$ млн. рублей. За 8 месяцев работы мы должны заложить на амортизации 1 млн. рублей.

Водовозка, машина для развоза вахты и 5 буровых установок имеют приблизительную стоимость в 52 млн. рублей. Машины данного относятся к третьей амортизационной группе со сроком службы со сроком полезного использования свыше 3 лет до 5 лет включительно. Годовые амортизационные взносы составят $52/5=10,4$ млн. рублей. За 1 месяц $10,4/12= 0,86$ млн. рублей. За 8 месяцев 6,9 млн рублей.

Итоговая сумма на амортизацию составляет 7,9 млн. рублей.

6.3.3. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

Общая стоимость геологоразведочных работ, сведенная таблицу, представлена в графическом приложении, лист 6.

6.4. Календарный план

Таблица 6.6 – Выполнение работ на месторождении Угахан

Наименование основных видов работ	Начало	Окончание
Проектирование работ	1.02.21	20. 03.21
Организация полевых работ	15.03.21	1.04.21
Проведение буровых работ	1. 04.21	30.11. 21
Ликвидация полевых работ	1.12. 21	15. 12.21

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были предложены технология и техника сооружения скважин для проведения геологоразведочных работ на месторождении «Утахан». Выбранная технология отбора керна с применением снарядов со съёмным кернаприемником позволит быстро и качественно отобрать керн с его выходом в 100%.

Так же был проведён анализ методов бурения с обратной циркуляцией промывочной жидкости. Рассмотрено бурение комплексом с гидротранспортом керна и РС – бурение. В ходе анализа, было выяснено, что РС – бурение может являться заменой бурению с отбором керна на данном месторождении. Это позволит сократить время бурения и его стоимость.

Для безопасного проведения работ были предусмотрены меры по охране труда, экологии и действия при чрезвычайных ситуациях при проведении работ.

Как итог была подсчитана примерная стоимость проведения буровых геологоразведочных работ.

CONCLUSION

In the final qualification work, the technology and technique of well construction for conducting geological exploration at the Ugakhan field were proposed. The selected core selection technology with the use of projectiles with a removable core receiver will allow you to quickly and efficiently select the core with its 100% yield.

The analysis of drilling methods with reverse circulation of the washing liquid was also carried out. Drilling by a complex with hydrotransport of core and RC-drilling are considered. After analysis, it was found that RC drilling can be a substitute for core drilling in this field. This will reduce the drilling time and cost.

For the safe conduct of work, measures were provided for labor protection, environmental protection and emergency actions during the work.

As a result, the approximate cost of drilling exploration was calculated.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет о результатах работ по объекту: «Поисковые работы на рудное золото в северной части Кропоткинского рудного поля (Иркутская область)» /Отв. исп. Иванов А.И. – 2010 г –152с.
2. «Технико-экономическое обоснование (ТЭО) разведочных кондиций и отчет с подсчетом запасов на месторождении рудного золота «Угахан» (Бодайбинский район Иркутской области)/ Отв. исп.: Емельянов И.Ю., Далецкий А.И. – 2014г –172с.
3. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В. Г. Храменков, В. И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с.
4. Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: Учебное пособие / С. С. Сулакшин; – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 284 с.
5. Бурение со съемными керноприемниками. / В. В. Григорьев; – М.: Недра, 1986. – 197 с.
6. Рекомендации по бурению скважин в мерзлых грунтах при инженерно-геологических изысканиях для строительства/ Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве ГОССТРОЯ СССР – Москва: Стройиздат, 1974 – 81с.
7. Система бурения со съемным керноприемником – Boart Longyear, 2006 – 92с.
8. РС пневмоударники MINCON MR – СЕТКО Коралайна Инжиниринг – 6 с.
9. Буровая установка УКБ-5С: [Электронный ресурс] // URL: <http://www.ukb5s.ru/>.
10. Буровой портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.drillings.ru/burtreck>, свободный

11. ГОСТ 12.1.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
12. ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
13. СНиП 23-03-2003. Защита от шума.
14. ГОСТ 12.1.030-81: Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
15. СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение».
16. СанПиН 2.2.2.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».
17. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.
18. Правила безопасности при геологоразведочных работах. ПБ ГРР, – 2005 г.